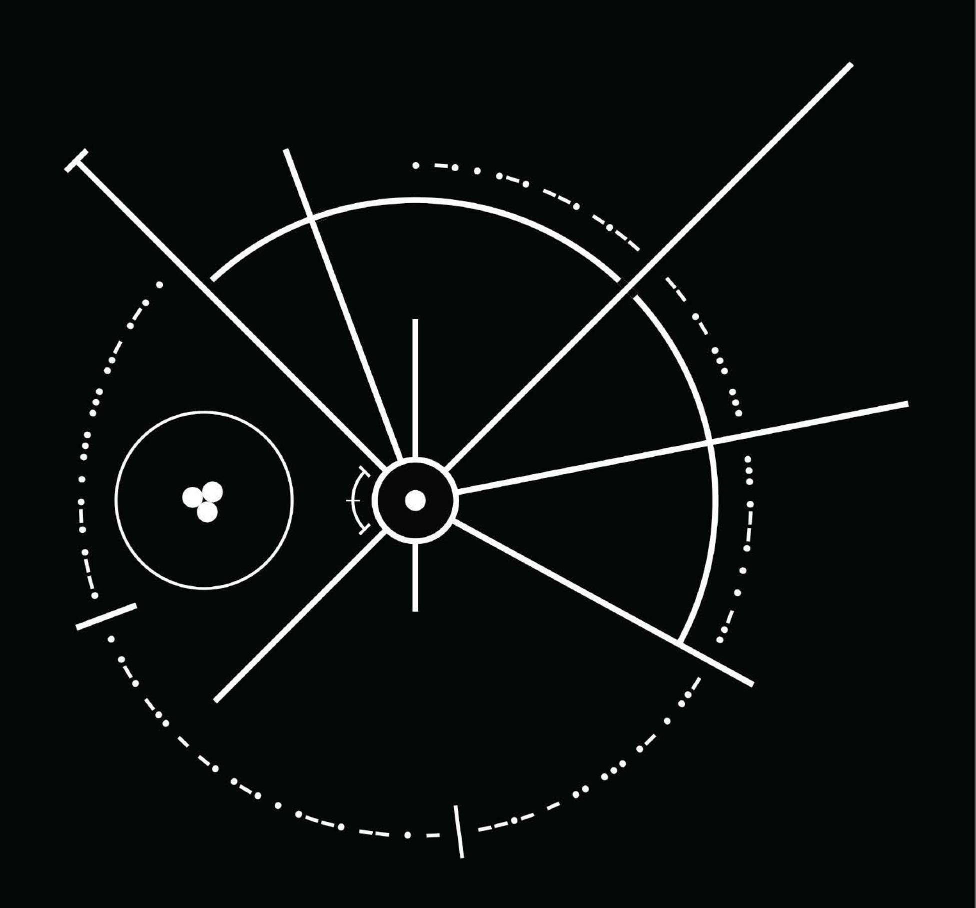
ДАНИЛ СТАРОВИТ

ЧЁРНАЯ КНИГА



«ЕСТЬ ЗАКОНЫ КОТОРЫЕ НЕВОЗМОЖНО НАРУШИТЬ»

Данил Старовит

ЧЁРНАЯ КНИГА

Первое издание, 2025

Это произведение распространяется по лицензии Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International

(CC BY-NC 4.0).

«Знание — это сокровище, которое всегда с тобой»

– Конфуций

Есть в мире справедливые законы, которые нарушить не может никто. Эта книга описывает широкий ряд веществ, которые подчиняются только этим законам.

В одном литературном произведении, некая Чёрная Книга наделяла её пользователя невероятной силой, являясь сильнейшим инструментом и оружием. Эта Чёрная Книга не обладает магическими способностями и не леденит кожу при прикосновении, однако так же имеет сокрытую в себе силу.

Я, автор книги, написал то, что одновременно энциклопедия для любопытных, помощник для партизан, инструкция для террористов. Знания одни и те же и лишь мышление читателя определяет, о чем эта книга. В любом случае, автор не призывает повторять что-либо описанное в книге. Кроме уголовного преследования, это может быть смертельно опасно. Вся информация в книге исключительно для ознакомления и взята только из открытых источников (список использованной литературы предоставлен в конце книги). Ответственность за любые последствия применения описанного в книге на практике лежат только на читателе и не касаются издателя или автора.

Рассказывать, насколько опасно повторять далее описанное, не стоит. Можно сделать всё идеально и всё равно что-то пойдёт не так: судьба та ещё шутница, а юмор её жесток.

P.S. Сия книга мой небольшой подарок человечеству на Новый Год. Подарок, что найдут только те, кто в нём нуждается.

Оглавление

0.1. О первом издании

1.0. Технологические процессы

- 1.1. Техника безопасности при синтезе энергоёмких веществ в лабораторных условиях
- 1.2. Теория нитрования
- 1.3. Флегматизация и пластификация взрывчатых веществ

2.0. Топливно-окислительные смеси

- 2.1. Чёрный порох
- 2.2. Флэшпаудер
- 2.3. Дымообразующие смеси
- 2.4. Твёрдое ракетное топливо

3.0. Зажигательные смеси

- 3.1. Коктейль Молотова
- 3.2. Напалм
- 3.3. Термит

4.0. Взрывчатые вещества

- 4.1. Инициирующие взрывчатые вещества
  - 4.1.1. Тринитрид свинца (азид свинца)
  - 4.1.2. Нитрат тригидразинникеля (НТГН)
  - 4.1.3. Пероксид ацетона
  - 4.1.4. Гексаметилентрипероксиддиамин (ГМТД)
- 4.2. Аммиачно-селитренные взрывчатые вещества
  - 4.2.1. Аммонал
  - 4.2.2. Аммотропин
  - 4.2.3. АСДТ
  - 4.2.4. Динамоны
- 4.3. Бризантные взрывчатые вещества
  - 4.3.1. Нитромочевина
  - 4.3.2. Тринитроглицерин (нитроглицерин)
  - 4.3.3. Этиленгликольдинитрат (ЭГДН)
  - 4.3.4. Тринитроцеллюлоза (Пироксилин)
  - 4.3.5. Тринитротолуол (тротил, TNT)

4.3.6. Циклотриметилентринитрамин (гексоген, RDX)
4.3.7. Пентаэритриттетранитрат (ТЭН, PETN)
4.3.8. Эритрит тетранитрат, (ЭТН, ETN)
4.4. Таблица мощностей ВВ
5.0. Инициаторы
5.1. Детонатор. Капсюль-детонатор
5.2. Огнепроводные шнуры

О первом издании

Так как сроки написания книги были ограничены самим автором, из-за желания опубликовать её ровно в новогоднюю ночь, часть запланированных глав не была реализована с должным качеством, в следствии чего не попали в публикацию. В частности, это несколько разделов посвящённые инициирующим взрывчатым веществам, полностью пропущенные в книге эмульсионные энергоёмкие смеси, ряд систем и устройств инициации, большая глава посвященная продвинутым взрывным устройствам, в частности кумулятивных и термобарических зарядов, а также целый раздел ракетостроительной теории. К тому же, были опущены некоторые синтезы и рецепты, подлинность которых не была проверена наличием в авторитетных источниках или по другим причинам. Второе издание, вероятно, выйдет ровно через год после публикации первого и кроме добавления новых разделов, будут расширены и улучшены уже имеющиеся. Возможно, изменится структура глав, к примеру, пластичные взрывчатые вещества будут вынесены в отдельный раздел.

В целом, первое издание нельзя назвать неполноценным, так как в нём достаточно подробно рассмотрена базовая теория взрывчатых веществ – главная тема книги. Главы, повествующие, к примеру, о зажигательных веществах хоть и отдалены от темы энергоёмких материалов, заслуживают упоминания в книге как минимум постольку, поскольку будущие издания будут включать в себя разбор о ранее упомянутых продвинутых взрывных устройств, в том числе зажигательных боеприпасов.

Технологические процессы

Первая глава посвящена простым технологическим процессам что будут упоминаться по ходу книги и требующие краткого разбора. Кроме того, будет рассмотрена техника безопасности во время синтеза энергоёмких соединений.

Техника безопасности при синтезе энергоёмких веществ в лабораторных условиях

Во время синтеза взрывчатых веществ и изготовления прочих материалов высокой степени опасности необходимо следовать соответствующей технике безопасности. Далее перечислены пункты базовых правил при работе с опасными веществами или синтезе таковых в лаборатории:

- Перед началом синтеза все участники процесса должны надеть защитные очки, перчатки и лабораторный халат. При работе с кислотами[1], щелочами и веществами способными реагировать или проникать сквозь кожу необходимо использовать резиновые перчатки.
- Запрещено использовать грязную химическую посуду, в том числе средства перемешивания. Синтез должен происходить только в стеклянной посуде. Рабочее пространство должно быть очищено от посторонних предметов, т.е. объектов, не касающихся процесса синтеза.
- Перемешивание выполняется лишь стеклянной палочкой, магнитной мешалкой или иными инертными инструментами, не касаясь стенок сосуда. За неимением таковых перемешивание выполняется вращением сосуда-реактора, слегка приподнятого из ледяной ванны.
- Все операции с летучими токсичными веществами проводятся только в вытяжном шкафу или при мощной вентиляции рабочего пространства, при этом участники синтеза должны быть в респираторах и герметичных защитных очках.
- Аптечка и средства пожаротушения должны находится в секундной доступности от места проведения синтеза. В аптечке, как минимум, должны имеется обеззараживающие вещества, вата, бинты, резиновые жгуты, средства от термических и химических ожогов.

[1] Исключением является высококонцентрированная азотная кислота, которая воспламеняет нитрил, использующийся в производстве большинстве одноразовых перчаток.

- Перед началом синтеза необходимо изучить свойства используемых и синтезируемых веществ, а также технику и длительность выполнения синтеза.

Вышеперечисленные пункты не являются всеобъемлющими, но значительно понижают травмоопасность при провидении экспериментов.

Теория нитрования

Нитрование – реакция введения нитрогруппы ($-NO_2$) в молекулы органических соединений по средствам нитрирующих агентов, чаще всего смесью концентрированных азотной и серной кислоты.

Азотная кислота выступает в качестве «донора» нитрогрупп, серная же, в свою очередь, выступает в качестве катализатора и связующего молекул воды. Серная кислота необходима ввиду того, что при нитрации вода смещает равновесие реакции влево, то есть замедляет её.

Во время реакции нитрования выделяется большое количество тепла, что во время синтеза энергоемких веществ крайне нежелательно – уменьшается конечный выход продукта, а также растёт шанс возгорания и взрыва смеси. Потому, что в лабораторных, что в производственных условиях, используется активное охлаждения реактора, в котором происходит синтез. В лабораториях, чаще всего, сосуд-реактор помещают в так званую ледяную ванну – ёмкость с колотым льдом и водой, при чём, после добавления всех реагентов высота реакционной смеси не должна превышать уровень воды со льдом. Это должно быть просчитано заранее. Вторым способом является постоянное промывание сосуда-реактора потоком ледяной воды.

С помощью процесса нитрования и этерификации[1] изготавливается большая часть взрывчатых веществ, будто тротил, гексоген или нитроглицерин. Обычно, в обоих случаях используется кратный избыток азотной кислоты для ускорения реакции и её полноты.

[1] Процесс образования сложных эфиров во время реакции спиртов и кислот.

CH_3 + $3HNO_3$ $\xrightarrow{H_2SO_4}$ CH_3, O_2N, NO_3, NO_3 + H_2O

Пример нитрования толуола до нитротолуола[1]

HO, OH, OH + NO_2HSO_4 → O_2N–O, NO_2–O, O–NO_2

Пример этерификации глицерина до нитроглицерина

[1] Показанный выше пример реакции сильно упрощён. Синтез тротила практически никогда не происходит в один этап.

Флегматизация. Пластификация

Флегматизация – процесс уменьшения чувствительности взрывчатого вещества путём введения в него специального агента. В качестве флегматизатора часто выступает воск, парафин, жидкие полимеры и иные продукты нефтепереработки[1].

Флегматизатор уменьшает трение между частицами энергоемкого материла, предотвращая произвольные детонации в следствии падений, ударов и сжатия ВВ.

Флегматизация воском или парафином в лабораторных условиях происходит следующим образом: будущий флегматизатор плавится на водяной бане, после чего в него медленно и с перемешиванием добавляется нужное взрывчатое вещество[2].

Также, для увеличения практичности взрывчатого вещества его пластифицируют, при этом страдает мощность итогового ВВ, в зависимости от свойств пластификатора и его количества.

Пластификация – процесс увеличения пластичности энергоёмкого вещества, путём введения в его состав небольшого количества одного или ряда полимеров. Сам по себе пластификатор часто выступает ещё и флегматизатором.

В качестве пластификатора может выступать любой пластичный и эластичный полимер, но лучше всего для этого подходит полиизобутилен, более известный как газонепроницаемый каучук. В основном он используется в пластичных взрывчатых веществах вооружённых сил НАТО. В СССР использовалась, и, вероятнее всего, на всём постсоветском пространстве и ныне используется смесь веретённого машинного масла и стеарата кальция соотношением 1:3.

[1] Иногда в качестве флегматизатора может выступать другое взрывчатое вещество, например тротил.

[2] Важно заметить, что температура вспышки энергоемкого соединения должна быть выше температуры плавления воска или парафина, иначе при добавлении взрывчатого вещества произойдет его детонация.

Топливно-окислительная смесь

Топливно-окислительная смесь (ТОС) – смесь веществ, в которой присутствует топливо как основной источник энергии и окислитель в роли донора кислорода. При этом, оба вещества могут находится как в жидком, так и в твёрдом состоянии.

Характерным для ТОСов является значительное выделение тепловой энергии из-за высокой скорости реакции, достигаемой тщательным измельчением и перемешиванием компонентов смеси.

Классическим представителем топливно-окислительной смеси есть чёрный порох, древнейшее метательное взрывчатое вещество и не только. На данный момент существует большое множество ТОСов с абсолютно разными областями применения – от дымообразующих веществ, до ракетного топлива и термита[1].

Несмотря на то, что дымный порох является взрывчатым веществом, он, как и почти все остальные ТОСы претендующие на звание ВВ, принадлежит к группе так называемых «слабовзрывчатых веществ» или «Low Explosive». Находящиеся в данной категории вещества очень быстро горят – дефлагируют, но не детонируют. Материалы, скорость перемещения реакции в которых превышает скорость звука (335 м/с) уже детонируют, и называются «Бризантными взрывчатыми веществами» или «High Explosive», о них подробнее будет рассказано в соответствующей главе.

Применение топливно-окислительным смесям было найдено во многих сферах деятельности, и в мирных, и военных. Говоря о военном деле, ТОСы чётко заняли место вспомогательного инструмента: без них невозможно существования вышибных зарядов, патронов, огнепроводных шнуров, и тому подобного.

[1] Термит больше подпадает под главу о зажигательных веществах, где и будет детальнее рассмотрен.

Чёрный порох

Чёрный (дымный) порох – древнейшее метательное взрывчатое вещество, состоящее из смеси калийной селитры, угля и серы. В зависимости от состава имеет разные характеристик, подходящие для той или иной ситуации.

По сей день чёрный порох используется, как в военном, так и гражданском деле. В военном деле порох используют в вышибных зарядах и огнепроводных шнурах, некоторые охотники до сих пор снаряжают им патроны, его используют пиротехники.

Несмотря на появление чёрного пороха ещё X веке, сделать его качественными достаточно сложно. При синтезе определенного химического вещества конечный, ожидаемый продукт либо есть, либо отсутствует, в случае же с дымным порохом множество факторов влияет на его качество, и, соответственно, эффективность.

Уголь для пороха используется из мягких, не смолистых пород дерева, лучше всего себя зарекомендовала ольха и крушина, немного хуже – берёза. Древесный уголь добывается путём пиролиза

По сути, селитра может быть использована любая иная помимо калийной, однако другие нитраты имеют некоторые особенности, что так или иначе ухудшают качество пороха.

Сера используется исключительно обыкновенная и химически чистая.
Коллоидные и прочие не подходят.

Для получения высокосортного пороха, все реагенты должны быть очень тщательно измельчены. Ранее используемые ступка и пестик не дают того качества помола, надобного для максимальной скорости реакции между веществами. Изобретение шаровой мельницы[1] позволило добиться нужного размера зёрен. Зачастую, компоненты измельчаются в паре с серой, так как от этого не повышается опасность процесса.

Так же, немаловажно и перемешивание компонентов. Для получения, порох должен быть перемешан в барабане, защищённом от возникновений статического электричества на протяжении около 3 часов, при 12-15 оборотах в минуту. Качественно перемешанный порох приобретает равномерный

[1] Вращающийся барабан с крупными металлическими шарами. Для изготовления порохов используются модифицированные мельницы, защищённые от возникновения статического электричества.

угольный или серый цвет, а при рассматривании в лупу выглядит совершенно однородным.

Но обычное перемешивание компонентов даст лишь так званую пороховую мякоть. Для получения высококачественного пороха его поддают грануляции. Процесс гранулирования заключается в добавлении к пороху небольшого количества спирта или воды и создания из мякоти устойчивого шарика, визуально похожего на пластилин. Далее ещё мокрый шарик натирается сквозь сито с нужным размером ячеек, гранулированный порох будет готов после испарения спирта или просушки от воды[1]. Скорость горения такого пороха зависит от размера зерен – чем они меньше, тем выше скорость.

Качественный гранулированный порох не пачкает руки, не пылить, горит быстро и ярко – небольшая кучка при сгорании на бумаге не поджигает её. При сгорании практически не оставляет твёрдых материалов горения. В противном случае, либо перемешивания было недостаточным, либо плохо соблюдены пропорции состава. Показателями качества для чёрного пороха, кроме озвученных ранее, также является легкость воспламенения – высококачественный порох вспыхивает моментально от прикосновения пламени.

Плотность:	~1.75 г/см³
Температура горения:	~2,200°C
Теплота взрыва:	~3 МДж/кг
Скорость горения:	~0,02-300[2] м/с
Фугасность:	~200-300 мл
Бризантность:	всё очень грустно
Объем газообразных продуктов:	~290 л/кг
Чувствительность к удару:	Очень низкая

(Характеристики для классического состава)

[1] При использовании воды необходима тщательная просушка тёплым воздухом.

[2] Разброс скорости горения обусловлен, в первую очередь, от давления – на открытом воздухе скорость, в лучшем случае, не превышает нескольких сантиметров в секунду. Горение в замкнутых пространствах ускоряется экспоненциально, до около 300 метров в секунду. На точности данных также сказывается поразительный факт того, что измерений скорости горения даже популярных составов пороха проведено не было.

Классический порох

Калиевая селитра	75%
Уголь	15%
Сера	10%

Получение дымного пороха в лабораторных условиях представляет собой ускоренный процесс. Сперва происходит взвешивания реактивов для выбранного вида пороха, после чего компоненты измельчаются по-отдельности или парами сера/селитра и сера/уголь в электрической мельнице на высоких оборотах на протяжении около 2-х минут. Перемешивание полученной пудры происходит в смесителе, или при отсутствии такового, в той же мельнице на низких оборотах[1]. После приобретении смеси однородного цвета будет получена пороховая мякоть готовая к использованию.
Для доведения мякоти до состояния качественного пороха происходит гранулирование первой. В порох небольшими порциями добавляется вода, этиловый или метиловый спирт, после каждого добавления смесь хорошо перемешивается. Когда полученная кашица, объединённая в шар, не будет рассыпаться, её протирают через сито на противень. Далее, если был использован спирт, порох настаивается какое-то время для его испарения. Если была использована вода, порох просушивается в сушильном шкафу температурой потока около 50-70°С, на протяжении часа. Полученный гранулированный порох сразу готов к использованию.
Классический состав, ставший стандартом во многих странах, перед изобретением бездымного пороха.

Охотничий порох

Калиевая селитра	78%
Уголь	12%
Сера	10%

Изготавливается и гранулируется аналогично предыдущему.

Охотничий порох обладает сравнительно высшей скоростью горения, а соответственно, способен предавать снарядам большего импульса. То же применимо и к ракетам, с чёрным порохом в качестве топлива.

[1] При этом достаточно высокий шанс воспламенения состава прямо в мельнице от статического электричества или искры электромотора некачественной мельницы.

Минный порох

Калиевая селитра	66,6%
Уголь	16,7%
Сера	16,7%

Изготавливается и гранулируется аналогично предыдущему.

Повышенное содержание угля в минном порохе увеличивает энерговыделение. Также, порох такого или схожих составов использовался в добывающей промышленности до открытия бризантных взрывчатых веществ.

Алюминиевый порох

Калиевая селитра	65%
Алюминий	20%
Сера	15%

Изготавливается аналогично, не гранулируется.

Такой порох имеет бо́льшую теплоту и скорость горения, сравнительно с классическим составом, но меньшим количеством выделяемых газов.

Флэшпаудер

Флэшпаудер (англ. Flash powder[1]) – пиротехнический состав, смесь окислителя и металлического горючего. Он широко используется в пиротехнике и фейерверках, когда-то использовался в фотографии.

Флэшпаудер есть нечто среднее между слабо- и высоковзрывчатыми веществами. Принцип изготовления флэш порошков схож с таковым у чёрного пороха – требуется тщательное измельчение и перемешивание компонентов.

Использование флэшпаудера в военной промышленности очень ограничено. Наличие у флэша пусть и посредственной бризантности[2] полностью отсекает использование подобных составов в патронах и вышибных зарядах. Стоит заметить, что ряд составов флэшпаудера всё же нашёл применение в оружии несмертельного действия, точнее в светошумовых боеприпасах.

Флэшпаудеры используются в производстве фейерверков и иных пиротехнических изделий, как любительских, так и фабричных. Доступность материалов, простота изготовления и относительно высокая мощность позволила флэш порошкам сыскать популярность среди пиротехников-аматоров.

Несмотря на схожесть с порохом, некоторые составы флэшпаудера, помимо чувствительности к импульсу огня, имеют несравнимо выше чувствительность к механическим воздействиям. Это свойство позволяет инициировать некоторые составы ударом.

Говоря о качестве конечного продукта, на компоненты, что будут использованы в производстве флэша, действуют те же правила что и для компонентов пороха (степень перемешивания, измельчения, чистоты). На практике, перемешивание не обязательно должно быть таким же тщательным, как в случае с дымным порохом, но обязательно должно происходить медленно и в специальных условиях, либо производится вручную.

[1] Дословно - порошок-вспышка, или мгновенный порошок

[2] Способность дробить вещество в непосредственной близости к заряду.

$KClO_3$ / Al

Хлорат калия	70%
Алюминий	30%

Мощность:	низкая
Чувствительность:	высокая

Данный состав является одним из самых простых и редко используемых, так как обладает посредственной скоростью горения.

KNO_3 / Al / S

Калийная селитра	60%
Алюминий	30%
Сера	10%

Мощность:	средняя
Чувствительность:	низкая

Классика среди любителей флэшей. Как и у прошлой смеси, относительно медленная скорость горения. Несмотря на наличие серы, имеет высокую стойкость к механическому воздействию.

$KClO_4$ / Al

Хлорат калия	66%
Алюминий	34%

Мощность:	средняя
Чувствительность:	средняя

Состав, использующийся во многих коммерческих фейерверках.

KNO_3 / Mg

Хлорат калия	62,5%
Алюминий	37,5%

Мощность:	низкая
Чувствительность:	средняя

Состав производит относительно яркую вспышку.

Добавление серы в количестве до 10% от массы флэша резко увеличивает механическую чувствительность смеси.

Правильно изготовленный флэшпаудер легко инициируется от луча огня, а также практически всегда чувствителен к ударам, трению и электростатическим разрядам. Поскольку флэш легко инициировать, потенциально существует высокий риск случайного взрыва, который может привести к серьезным травмам. Смешивание составных компонентов флэш порошка должно происходить вручную, на диэлектрической поверхности и не слишком быстро. В лабораторных или «кустарных» условиях это происходит на листе бумаги, который приподнимается то с одной, то с другой стороны.

Дымообразующие составы

Дымообразователи – ряд химических веществ и смесей, выделяющие значительное количество плотной непрозрачной аэрозоли при сгорании или тлении, что создаёт визуальное заграждение. Дымообразующие составы более эффективны в безветренную погоду и замкнутых пространствах, многие составы легки в изготовлении.

Применение дыма для получения преимущества в бою началось в античных временах, тогда для создания дымовых завес сжигали смолу, серу и растительные масла.

В современной истории промышленное производство дымовых средств было налажено в ходе Первой мировой войны, ибо маскировка и дезориентация противника приобрели стратегическое значение. Наибольшее развитие составы получили во время Второй мировой войны, когда были разработаны фосфорные и нафталиновые смеси.

В военной сфере дымообразующие составы обеспечивают маскировку передвижения войск или техники во время выполнения манёвра, передают сигналов, указания целей и мест посадок. Устройства для отстреливания дымовых завес интегрированы во многую военную технику, в особенности танки, нарушая работу лазерных дальномеров и самонаводящихся снарядов. Современные военные дымовые составы способны создавать завесу, видимую в инфракрасном диапазоне, обеспечивая, по сути, единственную эффективную защиту от тепловизора в условиях боя. В настоящий момент, наиболее популярными дымообразующими устройствами являются пехотные гранаты и танковые дымовые гранатомёты.

В свою очередь, гражданское применение дымных составов охватывает кинематограф, противопожарные тренировках, пиротехническую индустрию, а также в спасательных операциях для обозначения местонахождения пострадавших. Дымовые шашки играют большую роль во время агрессивно настроенных

протестов, как митингующими, так и правоохранительными органами.

Состав с парафином

Калиевая селитра	48%
Сахар	32%
Парафин	20%

По-отдельности, до состояния пудры, измельчается 48 грамм калийной селитры и 32 грамма сахара. Далее, в железной ёмкости плавится 20 грамм парафина и после прекращения нагревания, добавляется смесь сахарной и селитряной пудры. В следствии тщательного перемешивания получается бежевато-белого цвета кашеобразная смесь, готовую к использованию сразу после остывания.

Пожалуй, данная смесь лучшая из представленных в соотношении цена/эффективность: образует много густого дыма, легко поместить в любой корпус, горит долго.

Сигнальный состав

Калиевая селитра	25%
Сахар	50%
Крашенный воск	25%

В качестве источника цветного дыма в составе выступают восковые мелки. 25 грамм селитры и 50 грамм сахара измельчаются до состояния пудры, мелки очищаются от этикеток. В ёмкость с антипригарным покрытием помещаются 25 грамм мелков (образующийся при сгорании готовой смеси будет окрашен в цвет использованных мелков). После расплавления восковых мелков, ёмкость снимается с огня, и в неё добавляется ранее измельчённая селитра и сахар. Полученная смесь перемешивается до тех пор, пока воск не впитает в себя пудру. Полученная остывшая кашица подобно парафиновому составу плотно трамбуется в корпус, а перед использованием поджигается.

Сей состав самый слабый в плане количества образуемого дыма. Главная её особенность – возможность изменять цвет дыма, в зависимости от использованных во время приготовления мелков. Цвет дыма будет тусклым и с серыми оттенками, но и того достаточно для подачи сигнала[1].

Композитный состав

Перхлорат аммония	31%
Оксид цинка	18%
Мирекс или гексахлорэтан	13%
Хлорид аммония	11%
ПБАН полимер	10%
2-Этилгексилакрилат	6%
Пищевая сода	5%
Эпоксидная смола	3%
Сера	3%

В стеклянную или металлическую ёмкость добавляются хорошо измельчённые вышеперечисленные компоненты, после чего перемешиваются до образования однородной массы. После, смесь, без извлечения из контейнера, прогревается при температуре 60-70С° около 8-9 часов. Во время этого выделяются токсичные пары. В конце концов, получится затвердевший брикет готовой дымовой смеси.

Данная смесь является чуть ли не мощнейшей среди тех, что можно найти в открытом доступе. Вероятно, такой состав не сильно отличается от современных военных составов.

Все вышеперечисленные составы инициируются огневым импульсом. Для повышения количества одномоментно покидающего шашку дыма, по всей длине дымообразующей смеси проделывается канал, в самом корпусе создаётся второе отверстие. Лучшим диаметром такого канала по соотношению количества выделенного дыма за секунду/длительность работы шашки будет диаметр канала равный расстоянию от стенки гранаты до канала. В корпус смесь засыпается в три этапа, после каждого, без особых усилий, утрамбовывается.

[1] Получение контрастного дыма требует специальных, дорогостоящих химических реактивов.

Твёрдое ракетное топливо

Твёрдое ракетное топливо — это химическая смесь, состоящая из окислителя и горючего компонента, которая используется в качестве источника энергии для ракетных двигателей.

В отличие от жидких видов топлива, твёрдое топливо представляется в форме плотной массы или блоков, что загораются при подаче импульса в смесь и горят пока не кончаться. Данная особенность отличает его от более сложных жидких систем, требующих точных механизмов подачи и регулирования. Преимуществами твердого топлива являются простота в применении, хранении, изготовлении и надёжности работы.

Предшественниками современных ракетных двигателей с твердым топливом были простые ракеты на черном порохе, крепившиеся к стрелам и запускаемых с лука древними китайцами. С развитием познаний человечества в химии, в XIX-XX веке стали изобретаться более эффективные составы ракетного топлива.

Одним из основных достоинств твёрдого ракетного топлива является его высокая плотность и, ранее упомянутая, ненадобность в сложных конструкциях самого двигателя, что позволяет создавать ракеты любых размеров.

Тем не менее, у подобного вида топлива есть один большой недостаток – невозможность полноценного регулирования мощности работы ракетного двигателя, так как процесс горения в твердом топливе протекает постоянно и не может быть остановлен в процессе. Частичным решением сей проблемы является регулируемый размер сопла, дающий возможность менять скорость в относительно небольшом диапазоне.

Составы твёрдого ракетного топлива могут варьироваться в зависимости от назначения ракеты. Самой простой смесью можно считать смесь нитрата калия и сахара, в состоянии порошка или сплава. Классический состав среди любительских ракетостроителей. Несмотря на простоту такой смеси, удельного

импульса топлива, при условиях правильной с термодинамической точки зрения ракеты и двигателя, достаточно для достижения ракетой околозвуковых скоростей. В военных и космических ракетах[1] не редко используется топливо с другим, более мощным окислителем – аммоний перхлоратом (NH_4ClO_4). Также, в состав топлива, в особенности, когда нужна максимальная надёжность изделия, добавляются связующие вещества непосредственно не принимающее участия в создании тяги, а служащие для увеличения равномерности смеси и стабильности её горения. Такие составы преподают под термин КТПА – Композитное Топливо из Перхлората Аммония.

Классическое «карамельное» топливо

Калийная селитра	70%
Сахар	30%

Удельный импульс	~100-125с

Как было сказано ранее – классика, использующаяся во многих любительских ракетах. Компоненты перемалываются [Помол обязательно производится отдельно] до состояния пудры и тщательно перемешиваются. Готовая смесь прессуется в корпус ракеты. Террористы на Ближнем Востоке используют подобное топливо для создания неуправляемых баллистических ракет малой точности.

[1] Не в главной ракете, а в дополнительных ускорителях при наличии таковых.

Сорбитовое плавленое топливо

Калийная селитра	65%
Сорбит	35%

Удельный импульс	~100-125с

Горит примерно на 40% медленнее классической смеси, однако имеет практически такой же удельный импульс. Компоненты, при постоянном перемешивании переплавляются на малом огне, до получения густой жидкости. В таком состоянии смесь заливается в ракету, после остывания топливо готово к использованию.

Сорбитовое плавленое топливо + уголь

Калийная селитра	65%
Сорбит	35%
Уголь	+3%

Удельный импульс	~100-125с

Ускоряет процесс горения примерно в 2 – 3 раза, удельный импульс практически не меняется. В ещё горячую расплавленную сорбитовую смесь добавляется 3% угольной пудры от массы топлива.

Чёрный порох

Калийная селитра	75%
Уголь (сосновый)	15%
Сера	10%

Удельный импульс	~80-100с

Классический наполнитель ещё первых в истории человечества ракет. Рецепт изготовления точно такой же как у гранулированного пороха, за исключением того, что используется сосновый уголь, для замедления скорости горения.

Простое КТПА

Перхлорат аммония	70%
Алюминий	15%
HTPB[1]	15%

Удельный импульс	~180-260с

Простой состав перхлоратного топлива. Измельченный перхлорат и алюминиевая пудра смешивается с HTPB. Готовая вязкая жидкость заливается в ракету, где затвердевает.

КТПА

Перхлорат аммония	70%
Алюминий	18%
PBAN[2]	12%

Удельный импульс	~180-260с

Данный состав использовался в американских ракетных ускорителях. Измельченный перхлорат и алюминиевая пудра смешивается с PBAN. Готовая вязкая жидкость заливается в ракету и затвердевает.

Изготовления почти всех вышеперечисленных смесей особо не отличается от изготовления чёрного пороха – всё так же важно тщательное измельчение и смешивание. В некоторых случаях можно обойтись без этого, путём простого плавления компонентов. В свою очередь плавить топливо на сахаре не рекомендуется. Температура плавления сахара выше, чем у сорбита, что потенциально повышает шанс случайного воспламенения смеси прямо во время изготовления.

Разброс по удельному импульсу топлива присутствует из-за многих факторов, влияющих на конечный результат – от качества реагентов, до сопла ракеты.

[1] Полибутадиен с концевыми гидроксильными группами.

[2] Полибутадиена акрилонитрил

Зажигательные смеси

Зажигательные смеси – ряд, чаще всего, легковоспламеняющихся химических соединений с продолжительным временем горения. При определенных условиях могут быть крайне разрушительными и смертельными. Некоторые из них горят без доступа кислорода, соответственно не тушатся водой и рядом огнетушителей.

Использование огня в бою, вероятно, началось с самого момента его открытия человеком и не прекращается до сих пор.

Подобные вещества используются для создания зажигательные бомб, мин, ловушек. За счёт продолжительности действия и большой зоны поражения, по эффективности не уступают взрывчатым веществам, хоть сравнивать их и не совсем корректно.

Зажигательные вещества условно делятся на два типа – жидкие и твёрдые. Жидкие используются для поражения живых существ, создания огненных заграждений и уничтожения территорий за счёт пожаров. Твёрдые, в свою очередь, используются для точечного уничтожения прочных и тугоплавких объектов за счёт высокой температуры горения.

Также, отличается и способ доставки огнесмеси до противника. Кроме зажигательных авиабомб и гранат, до конца Второй мировой войны были популярны огнеметы, как ранцевые варианты для пехоты, так и механизированные варианты на базе шасси танков. На момент написания книги, единственной из крупных армий которая до сих использует ранцевые огнемёты есть китайская. Ныне, намного более практичными являются реактивные огнемёты, доставляющие зажигательный боеприпас к цели твердотопливным двигателем.

Коктейль Молотова

«Коктейль для Молотова»[1] – жидкая зажигательная смесь, чаще всего помещенная в стеклянную бутылку с прикрепленной к ней запалом.

Применения первых зажигательных веществ в стеклянных бутылках предписывается кубинским повстанцам в 1895 году. С того момента применялись в последующих войнах, как военными, так и партизанами. Своё название «коктейль» получил во время советско-финской войны. Советская власть отрицала факт вторжения в Финляндию, в то время как комиссар иностранных дел СССР Вячеслав Михайлович Молотов и вовсе называл бомбардировки «воздушной доставкой продовольствия голодающим». После начала поставок на фронт для вооруженных сил Финляндии зажигательных бутылок для уничтожения техники, финны саркастически прозвали её «Коктейлем для Молотова», «который можно употреблять вместе с советской гуманитарной помощью»

При изготовлении «Молотова», бутылка наполняется жидкостью не полностью, всего на 2/3 от объёма. Сделано это для того, чтобы дать накопится парам бензина, что загорятся во время разбития активированного «коктейля Молотова».

Классический «Молотов»

Бензин	70%
Машинное масло	30%

Температура горения	~750С°

Исторически одна из первых смесей. Машинное масло используется как новое, так и отработанное. Горит около пары минут.

[1] Первоначальное название бутылок с зажигательной смесью, данное им финнами. Позже предлог из названия пропал, и бутылка с зажигательной смесью стала называться Коктейлем Молотова. Далее будет использоваться его классическое название.

«Молотов» на основе скипидара

Бензин	70%
Машинное масло	15%
Скипидар	15%

Температура горения	~700С°

Скипидар понижает температуру горения смеси, повышает её густоту и способность прилипать к объектам. Горит пару минут.

«Молотов» на основе гудрона

Бензин	75%
Масло	20%
Гудрон	5%

Температура горения	~850С°

Добавление к классическому «Молотову» гудрона[1] повышает температуру горения смеси и загущает смесь, делая её более липкой. Для изготовления данной смеси, гудрон топится до жидкого состояния, после чего смешивается и перемешивается, с ранее изготовленным классическим Коктейлем Молотова. После остывания смесь остаётся однородной. Горит от 3 минут с выделением густого чёрного дыма.

«Молотов» на основе мыла и алюминия

Бензин	75%
Алюминиевая пудра	15%
Хозяйственное мыло	10%

Температура горения	~1500С°

Излюбленный состав партизан и повстанцев. Хозяйственное мыло растирается до состояния стружки, после растворяется в нагретом

[1] Гудрон – продукт нефтепереработки, в твёрдом состоянии выглядит как чёрный блестящий камень, напоминающий обсидиан, в жидком выглядит как чёрная смола.

на водяной бане бензине. В процессе остывания к смеси добавляется алюминиевая пудра. Состав 65/15/20 при комнатной температуре абсолютно не обладает текучестью и хорошо липнет к поверхностям, но летуч. Горит от 3 минут и более.

Самовоспламеняющийся «Молотов»

Бензин	75%
Серная кислота (от 90%)	25%

Температура горения	~600C°

Особого внимания требует процесс изготовления следующей смеси. Она существует в двух вариантах исполнения:

1. *В 250 миллилитрах кипяченой воды растворяется 100 грамм сахара и 100 грамм хлората калия*[1]*. В ещё горячем растворе вымачивается бумага или ткань и далее обматывается вокруг бутылки, создавая цилиндрическую оболочку. Предварительно бутылка должна была быть наполнена смесью бензина и кислоты, с отступом в пару сантиметров от края горлышка. Ткань или бумага крепится к бутылке любым способом.*
   Из-за реакцеспособности кислоты в составе данного «коктейля» кроме бензина в нём нет других добавок, что и является главным недостатком данной смеси. Перед использованием не обязательно дожидаться полного высыхания бумаги/ткани на «Молотове», но уже после высыхания следует обращается с бутылкой бережно – кристаллизованная бертолетова соль может воспламенится из-за трения. Горит около минуты.
2. *Изготавливается и помещается в бутылку любой вид огнесмеси. В ампулу или иное тонкостенное стеклянное изделие вместимостью от 50 до 100 миллилитров помещается концентрированная серная кислота. Вокруг ампулы обматывается тряпочка или бумага как в*

[1] *В условиях невозможности раздобыть чистый реактив, использовалась спичечная сера.*

предыдущем варианте. Изделие крепится любым образом к бутылке с «Молотовым».

Бутылка бросается таким образом, чтобы гарантированно разбилась маленькая капсула.

Базовым устройством воспламенения смеси при разбивании бутылки является пропитанная горючей смесью и заранее зажжённая тряпка. Самовоспламеняющийся же Молотов, загорается во время контакта серной кислоты со смесью хлората калия и сахара на тряпке.

Напалм

Напалмы – ряд жидких зажигательных веществ, ранее используемых в огнеметах, зажигательных бомбах и иных боеприпасах. Пусть им и была найдена замена в лице более эффективных металлоорганических соединений, напалмы по-прежнему являются наводящим страх оружием.

Напалм был изобретён в 1942 году, в США, для снаряжения им огнемётов, которые активно использовались во Второй мировой войне. Низко текучий напалм, с его низкой скоростью горения, стал отличной заменой чистому бензину, использовавшемуся ранее. Тогда же стали появляться более эффективные зажигательные авиационные бомбы, использовавшие напалм. Ныне вытесняются другими, более эффективными зажигательными смесями.

Напалмовая смесь являет собой загущенный разнообразными добавками бензин и характеризуется как легковоспламеняющаяся клейкая жидкость, с продолжительной длительностью горения.

В первой, классической, версии напалма в качестве загустителя использовалась алюминиевая соль нафтеновой и пальмитиновой кислот. Ненамного позже появился более эффективный Напалм-Б, что в качестве загустителя использует растворённый в бензоле полистирол.

Напалм-Б

Бензин или дизель	95-90%
Загуститель	5-10%

В закрываемую ёмкость наливается бензол, ацетон, или толуол. После, в сосуд порциями помещается полистирол[1], после чего всё содержимое перемешивается. Последние порции пластика добавляются в тот момент, когда процесс растворения почти остановился, далее ёмкость закрывается, взбалтывается и настаивается около 8 часов. Готовая смесь в нужном, в зависимости от цели, количестве добавляется в бензин и хорошо

[1] Полистирол используется в производстве одноразовой посуды, бытовых предметов, канцтоваров, игрушек. Лёгкий, при контакте с огнём плавится и горит.

перемешивается. Получившаяся жидкость будет иметь сиропообразную консистенцию и сразу готово к применению.

Данный состав пришёл на замену первому напалму на основе солей алюминия. Обладает температурой горения порядка 1300°C.

Пирогель

Напалм-Б	70%
Селитра[1]	22%
Алюминиевая пудра	8%

В подогретый до ~60-70 С° Напалм-Б добавляется калийная, либо натриевая селитра и алюминиевая или магниевая пудра. Окислитель в лице селитры в данном составе увеличит интенсивность горения, металлическая пудра – температуру. Такой гель сложнее потушить чем обычный напалм, он более липкий и менее текуч.

Разновидность напалма, являющая собой густой сироп, с более высокой нежели у Напалма-Б скоростью и температурой горения.

Супернапалм

Напалм-Б или Пирогель	90-92%
Натрий или калий	8-10%

Изготавливается смешиванием с напалмом или пирогелем измельчённых щелочных металлов, таких как натрий или калий.

Супернапалмы – подвид напалмов, что не только не тушатся водой, но и воспламеняются от неё.

[1] Любая, выступает источником кислорода.

Термит

Термиты – зажигательные смеси на основе порошкообразного металлического топлива и окислителя. Категория этих зажигательных веществ обладает по истине высокой температурой горения[1], в среднем от 2500 до 3000 градусов Цельсия. Такие смеси не имеют ограничений по сроку годности, так как инертны при обычных условиях.

Изобретён термит был немецким химиком Гансом Гольдшмидтом в 1983 году, когда учёный экспериментировал с получением высокочистых металлов без использования углерода при плавке. Позже, термит стал использоваться для сварки металлов и само собой, в военном деле.

Наиболее практичным способом применения термита стало его использования в ручных гранатах для уничтожения легко- и тяжелобронированной техники. Также термитные гранаты используются для выведения из строя вооружения при отступлении, такого как артиллерия, чтобы оно не перешло к врагу.

Основной особенностью термитов является их мощное, концентрированное действие, позволяющее проплавлять практически любые металлы.

Так как термит — это топливно-окислительная смесь, гореть она может без присутствия воздуха, что делает его трудно гасимым веществом. Между тем, инициировать горение стандартных составов термита так же не есть простой задачей. В лабораторных условиях для этого пригождаются бенгальские огни и газовые горелки с температурой горения газа от 1300 градусов Цельсия[2].

Как ни странно, изготовление термитов немногим отличается от иных ТОСов, хотя в случае термитов чаще всего пропускается момент с измельчением, так как реактивы легко покупаются сразу в виде порошка или пудры в химических магазинах. Дабы правильно изготовить термит, следует тщательно перемешать компоненты одного из нижеописанных составов.

[1] В целом, термиты не горят, а буквально кипят, но для привычности далее будет использовано слово «горение».

[2] Это температура, при которой начнется реакция между алюминием и железом в классическом составе.

Классический термит

Оксид железа (Fe_2O_3 (III))	75%
Алюминий	25%

Температура кипения	~2500°C

Самый базовый состав термита, при этом обладая высокой эффективностью. Горит активно, с искрами, дымом и ярким оранжевым пламенем.

Магниевый термит

Оксид железа (Fe_2O_3 (III))	69%
Магний	31%

Температура кипения	~2800°C

Горит немногим быстрее классического термита, обладает ослепительно-белым пламенем. Воспламеняется проще, чем классический термит.

Титановый термит

Оксид железа (Fe_2O_3 (III))	69%
Титан	31%

Температура кипения	~3000°C

Горит ярким белым пламенем со скоростью классического термита. Имеет свойство разбрасывать капли расплавленного шлака в небольшом радиусе.

Кальциевый термит

Оксид железа (Fe_2O_3 (III))	57%
Кальций	43%

Температура кипения	~2400°C

Горит оранжевым пламенем со скоростью магниевого состава, а также с большим количеством искр

Термат-ТН3

Классический термит	68,7%
Нитрат бария	29%
Сера	2%
ПБАН[1]	0,3%

Температура кипения	>2500°C

Обладает более высокой температурой горения и более низкой температурой воспламенения чем классический состав.

При использовании иных, более трудно инициируемых составов, используется промежуточный «заряд», состоящие из гильзы, сделанной из фольги, и наполненной 5–10 граммами легковоспламеняющегося термита.

[1] Полибутадиен акрилонитрил.

Взрывчатые вещества

Взрывчатые вещества (ВВ, энергоёмкие вещества) – ряд химических соединений и смесей, что при определенных условиях способны к быстрому разложению, влекущему за собой выделение огромного количества тепла и газов.

Резкое локальное повышение давления, за счёт выделившихся объемов газа, образуют ударную волну, повреждающую и разрушающую объекты на своём пути.

Во время реакции превращения взрывчатые вещества детонируют, в отличие от, например, чёрного пороха, который лишь дефлагирует.

Детонация — процесс быстрого распространения химической реакции во взрывчатом веществе, сопровождающийся образованием ударной волны, что, в свою очередь, инициирует последующие реакции. Чтобы инициировать энергоемкие вещкства, нечувствительные к лучу огня, необходим детонатор, состоящий из корпуса и первичного ВВ. Подробнее о детонаторах рассказано в соответственной главе.

В отличие от дефлаграции, что протекает при дозвуковых скоростях, скорость детонации не имеет ограничений. Скорость детонации самых мощных взрывчатых веществ, применяемых на практике, почти что достигает невероятных 9000 метров в секунду. Некоторые вещества, например октанитробутан, детонируют со скоростью более 10 километров в секунду, но из-за своей высокой чувствительности, сложности синтеза и малого выхода нигде не применяются.

Важно заметить, что мощность взрывчатых веществ определяется не только скоростью их детонации. Важны показатели тепловыделения, температуры взрыва, выделившийся объём газа и, само собой, скорость детонации. Таблица с этими параметрами, а также с коэффициентами тротилового эквивалента находится в конце этой главы. Совокупность этих параметров формируют такую характеристику энергоёмкого материала как тротиловый эквивалент. Хоть базовый тротиловый эквивалент

учитывает только тепловыделение ВВ, существуют и другие способы его подсчёта.

Тротиловый эквивалент – единица измерения мощности взрывчатки, выражающаяся в эквиваленте массы тринитротолуола, который выделяет аналогичное количество энергии при взрыве. Мощность тротила равняется 1, а мощность, к примеру, гексогена – 1,6. То бишь, единица гексогена на 60% мощнее единицы тротила и для достижения тех же результатов взрыва гексогена потребуется на 60% больше тротила.

Мера разрушительного воздействия на окружающую среду взрывчатого вещества выражается его бризантностью и фугасностью.

Бризантность – способность взрыва дробить, “испарять”[1] объекты, в непосредственной близости к заряду ВВ. Бризантность важна в тех случаях, когда необходимо что-то уничтожить силой взрыва.

Фугасность – мера количества работы по перемещению и разрушению, что совершает ударная волна от взрыва. Воздействие фугасности взрывчатки проявляется на всём расстоянии от взрыва, в отличии от действия бризантности. Фугасные взрывчатые вещества хорошо подходят для разрушений в закрытых пространствах и в качестве наполнителя гранат и снарядов.

Из вышесказанного можно прийти к выводу, что, например, нитроглицерин, даже если бы он был стабилен как тротил, не подойдёт для снаряжения осколочных гранат, так как бризантность нитроглицерина бы просто превращала весь корпус в пыль.

Также, важным, “небоевым” параметром ВВ является их чувствительность. Определенные вещества могут взорваться лишь от относительно небольшого трения, как, например, гремучая ртуть, а кому-то нужен солидный толчок – настолько мощный что такие вещества не просто нечувствительны к ударам и падению, а и к обычным детонаторам, например – литой тринитротолуол, АСДТ.

[1] Хоть это и может выглядеть так, на деле предметы превращаются в мелкую пыль.

В этой книги чувствительность энергоёмких веществ делится на 5 типов:

- Очень высокая – крайне чувствительны к трению, ударам и огню, падение даже небольшого количества может привести к взрыву. Падение двухкилограммового груза с 2-6 сантиметров гарантировано взывают взрыв. Чаще всего входящие в эту категорию взрывчатые вещества являются инициирующими.
- Высокая – менее чувствительны к трению, ударам, падению чем предыдущая категория, но зачастую также восприимчивы к лучу огня. Падение двухкилограммового груза с 7-20 сантиметров гарантировано взывают взрыв.
- Средняя – категория, в которую чаще всего входят вторичные взрывчатые вещества, к примеру гексоген, ТЭН. Относительно низкая чувствительность к падениям, ударам и трению. При поджигании на открытом воздухе загораются, а не взрываются. Падение двухкилограммового груза с 20-80 сантиметров гарантировано взывают взрыв. Для устойчивой детонации необходим детонатор.
- Низкая – ВВ, чувствительность которых столь низка, что их чаще всего не флегматизируют. Случайная или намеренная детонация при применении не взрывного механического воздействия практически невозможна. Падение двухкилограммового груза с 80-150 сантиметров гарантировано взывают взрыв.
- Очень низкая – взрывчатые вещества, абсолютно не чувствительные к падению, трению и ударам при обычных условиях. Восприимчивость к детонации может варьироваться. Бо́льшая часть энергоёмких веществ с такой чувствительностью являют собой аммиачно-селитряные и эмульсионные ВВ.

Из чувствительности энергоемкого вещества вытекает его следующая характеристика – восприимчивость к детонации. Многие бризантные взрывчатые вещества детонируют от взрыва

0,1-0,2 грамм азида свинца, в свою очередь аммиачно-селитряные могут требовать детонатор мощностью 1-2 грамма азида свинца (в случае аммонала, аммотропина и иных динамонов) или 100 грамм (АСДТ). В последнем случае использовать 100 грамм любого инициирующего взрывчатого вещества максимально неблагоразумно, потому создаются промежуточные заряды, будь то из бризантных энергоёмких веществ, будь то из более восприимчивых аммиачно-селитренных.

У каждого взрывчатого вещества есть свой критический диаметр детонации. Это тот минимальный диаметр заряда, в котором может стабильно распространятся детонационная волна, не затухая. При затухании детонация может перейти во взрывное горения, из-за чего взрыв будет пониженной мощности. Инициирующие взрывчатые вещества зачастую имеют критический диаметр детонации меньше миллиметра, бризантные– от миллиметра до нескольких сантиметров, для гранулированных и простых аммиачно-селитряных энергоёмких смесей это число достигает 150 миллиметров. Данная характеристика не постоянная и может меняться в зависимости от плотности, влажности и температуры энергоёмкого вещества, а также от материала корпуса заряда – чем он прочнее, тем ниже минимальный диаметр заряда. В таблице характеристик взрывчатых веществ значение критического диаметра детонации будет указано для заряда с корпусом средней прочности (Толстый пластик/тонкий алюминий).

Еще одной, учитываемой при создании взрывчатых смесей, характеристикой энергоёмких материалов есть кислородный баланс. Он отображает количество избыточного или недостающего кислорода непосредственно в молекуле взрывчатого вещества, необходимого для полной реакции при взрыве. Для «выжимания» всей мощности из энергоёмкого материала, его смешивают с другими веществами, требующим или имеющим лишний кислород, таким образом, чтобы кислородный баланс стал равен нулю. В таком случае эффект от взрыва будет максимальный.

Инициирующие взрывчатые вещества

Инициирующие взрывчатые вещества (ИВВ, первичные взрывчатые вещества) – категория энергоёмких веществ и смесей, используемых для надёжной инициации взрывного разложения в других, более стабильных ВВ.

Характерной особенностью таких веществ является высокая чувствительность к ударам, трению, огню, нагреву и электрическим разрядам. Кроме того, зачастую горение ИВВ переходит в детонацию даже при отсутствии корпуса, а некоторые соединения, к примеру, азид свинца, и вовсе моментально детонируют от луча огня, минуя фазу горения. В среднем, чувствительность подобных веществ варьируется в диапазоне от 2 до 10 сантиметров для 2-х килограммового груза.

По причине высокой чувствительность первичных взрывчатых веществ к внешним воздействиям, они требуют ещё более трепетного обращения, чем любые другие ВВ. Обычно ИВВ не перевозят, а все изделия, в конструкцию которых они входят, изготавливаются на тех же заводах. При появлении надобности в перевозке инициирующих веществ, их увлажняют или полностью погружают в воду для понижения чувствительности[1]. Хранение инициирующих взрывчатых веществ не в виде готовой продукции происходят ещё реже.

Устройство разных типов детонаторов будет рассмотрено в главе о инициаторах.

[1] Некоторые ВВ полностью теряют способность к детонации при содержании воды выше определённого процента.

Азид свинца

Тринитрид свинца (триазид свинца, азид свинца) – неорганическое взрывчатое соединение, производное азотистоводородной кислоты и свинца.

Триазид свинца являет собой кристаллический порошок серого цвета, с чрезвычайной чувствительностью к любому роду воздействий. Ровно, как и сам свинец, обладает высокой токсичностью при попадании в организм[1]. Был открыт в начале XX века, во времена изучения соединений азидов и их взрывных свойств. Азид свинца стал одним из первых широко применяемых инициирующих взрывчатых веществ благодаря своей химической стабильности при длительном хранении.

Конкретной температуры плавления данный азид не имеет, поскольку при нагревании выше 200 °С происходит разложение с выделением азота и окислов свинца, иногда переходя во взрыв. Азид свинца не растворим в воде и этаноле, хорошо растворим в уксусной кислоте.

Тринитрид свинца реагирует при контакте с медью, цинком и кадмием, образовывая ещё более чувствительные азиды, потому с этими металлами его не используют.

[1] Опасность повышается тем, что азид в «рабочем» состоянии представляет из себя мелкий порошок.

Хим. формула:	PbN_6
Состояние:	Твёрдое
Плотность:	4,71 или[1] 4,93 г/см³
Температура взрыва:	4300°C
Теплота взрыва:	1,536 МДж/кг
Скорость детонации:	5100 м/с
Фугасность:	110 см³
Бризантность:	14,5 мм
Объем газообразных продуктов:	308 л/кг
Общая чувствительность:	Очень высокая
Тротиловый эквивалент:	0,36

Синтез из нитрата свинца (II)

Азид натрия	50%
Нитрат свинца (II)	50%

В 200 граммах дистиллированной воды растворяется 14 грамм нитрата свинца, с добавлением 0,7 грамм поливинилового спирта и 1,5 грамма 0,35% раствора гидроксида натрия. Полученный раствор нагревается до 60-65°С, после чего к нему медленно, с перемешиванием добавляется 150 грамм дистиллированной воды с растворёнными в ней 5 граммами азида натрия. Во время добавления одного раствора в другой будет видно образование кристаллов азида свинца в виде серо-белых шлейфов. После добавления всего раствора азида натрия, нагревание останавливают, а полученной смеси даётся время остыть до комнатной температуры, не останавливая перемешивание, дабы не дать образоваться крупным кристаллам. После остывания, жидкость пропускают через бумажный или тканевый фильтр, а отсеянный триазид свинца промывают дистиллированной водой

[1] В зависимости от формы кристаллической решетки.

до исчезновения следов нитрата свинца. *Сушится азид при температуре не выше 45°C и избегая попадания прямых солнечных лучей.*

Ни поливиниловый спирт, ни гидроксид натрия не включен в ингредиенты синтеза постольку, поскольку лишь повышают стабильность конечного продукта. Конкретнее, спирт уменьшает размер образуемых кристаллов, что понижает чувствительность взрывчатого вещества, в то же время гидроксид понижает кислотность воды, уменьшая количество осаждаемых более нестабильных δ- и γ-форм азида свинца.

В отличии от многих иных ИВВ, воздействие пламени даже на небольшое количество азида свинца всегда приводит к его детонации.

Без исключения, единственное применение азида свинца — в качестве инициирующего взрывчатого вещества в капсюлях-детонаторах.

Нитрат тригидразинникеля

Нитрат тригидразинникеля (НТГН, никель гидразин нитрат, нитрат гидразина-никеля) – взрывчатое вещество, по мощности и чувствительности находящаяся между инициирующими и бризантными энергоёмкими материалами, соль гидразина и азотной кислоты, связанная с атомом никеля.

Интересен тот факт, что несмотря на практичность, НТГН не применяется ни как инициирующее, ни как высокобризантное вещество, от чего малоизучен. Низкая заинтересованность, вероятно, связана с надобностью в никеле, который в несколько раз дороже свинца, используемом при синтезе тринитрида свинца, а также опасным во всех смыслах гидразине. На данный момент, по крайней мере, в открытом доступе сложно найти точную информацию по некоторым параметрам вещества, неизвестна даже точная дата его открытия.

Представляет собой твёрдое, талькоподобое вещество ярко-сиреневого цвета.

При поджигании небольшого количества быстро сгорает со вспышкой. Не плавится, при нагревании выше 167°C разлагается с возможной детонацией. Нерастворим в воде и других распространённых растворителях.

Хим. формула:	$H_{12}N_8NiO_6$
Состояние:	Твёрдое
Плотность:	2,129 г/см³
Температура взрыва:	~2000-3000°С
Теплота взрыва:	4,39 МДж/кг
Скорость детонации:	7000 м/с
Фугасность:	~150 см³
Бризантность:	~18 мм
Объем газообразных продуктов:	529 л/кг
Общая чувствительность:	Высокая
Тротиловый эквивалент:	1,05

Синтез из нитрата никеля

Нитрат никеля	50%
Гидразин	50%

В 23 грамма горячей дистиллированной воды добавляется 0,02 грамма декстрина[1] и 2 грамма нитрата никеля, после чего смесь перемешивается до полного растворения нитрата. 5 грамм гидразина разбавляется в 20 граммах дистиллированной воды и нагревается до 60-65°С. При активном перемешивании в гидразин добавляется раствор нитрата никеля, во время чего начнётся активное образование нитрат гидразина-никеля. Нагревание растворов останавливается.

Спустя несколько минут, смесь пропускается через фильтр для отделения готового продукта, нитрат тригидразинникеля несколько раз промывается дистиллированной водой после чего сушится и готов к использованию.

Как ранее было обозначено, нитрат тригидразинникеля находится на гране между инициирующими и бризантными взрывчатыми веществами. Так сложилось из-за достаточно высокой стойкости к

[1] Декстрин не обязателен, потому и не указан в качестве реагента. Он уменьшит размер будущих кристаллов никель гидразин нитрата, что также уменьшит чувствительность вещества к механическому воздействию.

механическому воздействию и при восприимчивости к огню как у ИВВ. Химическая стойкость, стойкость к ударам, высокие взрывные свойства и, по-видимому, отсутствие несовместимости с металлами[1] делают НТГН претендентом на звание одного из лучших первичных взрывчатых веществ.

[1] Ни в одном исследовании не указано обратное.

Пероксид ацетона

Пероксид ацетона (ПА[1], пероксид ацетона, «Киса», «Мать Сатаны») – инициирующее взрывчатое вещество, производное ацетона и пероксида водорода. Одно из самых простых взрывчатых веществ для синтеза, в то же время очень чувствительное и летучее. Далее будет рассмотрен конкретно тример – трипероксид ацетона.

Вещество открыто в 1985 году Ричардом Вольфенштейном, после чего ещё на протяжении 50 лет изучалось химиками по всему миру. Пероксид ацетона мог бы стать инициирующим взрывчатым веществом, используемым в военной сфере за счёт дешевизны производства, но несовместимость с металлами и высокая летучесть полностью поставили крест на данной идеи. Тем не менее, по причине ранее озвученной дешевизны и простоты синтеза, перекись ацетона не редко используется в импровизированных детонаторах[2] террористов, повстанцев, ополченцев и взрывотехников-самоучек. Раньше использовался в качестве пищевой добавки E929, чаще всего в мучных изделиях.

Прозвище «Мать Сатаны» вещество получило за свою низкую стойкость и высокую чувствительность несмотря на то, что немногим ниже за таковую у азида свинца, применяемого в военных капсюлях-детонаторах. Имя «Киса» рассматриваемого ИВВ можно считать сленговым или жаргонным, поскольку распространенно среди сравнительно небольшой группы любителей синтезировать взрывчатые вещества в домашних условиях, и походит от окончания слова «перекись».

Пероксид высокочувствителен к трению и падению, воспламеняется от малейшей искры или луча пламени, разлагается при контакте с металлами[3]. В небольшом количестве просто сгорает со вспышкой, в минимальном подобии корпуса – детонирует. Температура плавления димера – 132°C, тримера – 91°C. Так как при синтезе трипероксида так или иначе образуются димеры, температура плавления будет выше. Из-за резко возрастающей чувствительности в жидком виде и повышении летучести при нагревании, плавить пероксид ацетона максимально неблагоразумно.

[1] Чаще всего встречается ТА – триперекись ацетона.

[2] Иногда даже в полноценных зарядах.

[3] Данную особенность ПА крайне важно.

Перекись ацетона нерастворим в воде, слаборастворим в диэтиловом спирте и ацетоне, немного лучше – бензоле и трихлорэтилене, хорошо растворим в хлороформе и пентане.

Хим. формула:	$C_9H_{18}O_6$[1]
Состояние:	Твёрдое
Плотность:	1.2 г/см³
Температура взрыва:	2000°C
Теплота взрыва:	2,8 МДж/кг
Скорость детонации:	5300 м/с
Фугасность:	~250 см³
Бризантность:	5,45 мм
Объем газообразных продуктов:	855 л/кг
Общая чувствительность:	Очень высокая
Тротиловый эквивалент:	0,67

Синтез с соляной кислотой

Перекись водорода (30%)	38%
Соляная кислота (30%)	10%
Ацетон	52%

[1] Формула тримера

В следствии выделяемых во время синтеза едких и ядовитых газов, синтез проводится либо в хорошо проветриваемом помещении, либо при активной вытяжке. Заранее подготавливается ледяная ванна, в неё помещается сосуд-реактор. 25 грамм охлаждённого ближе к 0°C ацетона переливается в сосуд для синтеза, к нему, при постоянном перемешивании, медленно добавляется 19 грамм охлаждённой до ~0°C перекиси водорода. В полученную смесь медленно, при перемешивании добавляется 5 грамм соляной кислоты. Спустя ± 3 минуты сосуд вынимается из ванны, плотно закрывается и помещается в холодильник на 12-24 часа[2]. За это время выпадет большая часть кристаллов триперекиси и будет получен максимальный выход.

После, берется тканевый или бумажный фильтр и крепится над ёмкостью. На фильтр высыпается полученный продукт и моментально промывается дистиллированной водой, чтобы кислота не прожгла ткань. Полученная в ходе синтеза белая кашица повторно промывается водой. Остатки кислоты выветрятся со временем.

Просушивается трипероксид размещением на неметаллическую посуду или на бумагу без краски. Сушить можно и иными способами, но важно не нагревать пероксид выше 50°C и не оставлять под прямыми солнечными лучами. Трипероксид готов к использованию, когда будет на вид как полностью сухая сахарная пудра или мука.

Полученная триперикись будет практически чиста от других изомеров и достаточно стабильна, поскольку остатки соляной кислоты выветрятся со временем.

[1] Крайне важно принимать данную особенность перекиси ацетона во внимания во время синтеза.

[2] *Можно и меньше, но количество полученного продукта будет снижено.*

Синтез с серной кислотой

Перекись водорода (30%)	38%
Серная кислота (30%)	10%
Ацетон	52%

В следствии выделяемых во время синтеза едких и ядовитых газов, следует проводить его на открытом воздухе, либо в хорошо проветриваемом помещении. Заранее подготавливается ёмкость с водой и льдом, в неё помещается сосуд-реактор. 25 грамм охлаждённого ближе к 0°С ацетона переливается в сосуд для синтеза, к нему, при постоянном перемешивании, медленно добавляется 19 грамм охлаждённой до ~0°С перекиси водорода. В полученную смесь медленно, при перемешивании добавляется 5 грамм серной кислоты. Через несколько минут после добавления кислоты, верхний слой смеси начнёт кипеть. Интенсивность кипения должна быть умеренной, в ином случае можно потерять весь выход. Эта фаза длится до получаса, после чего в смеси начнет кристаллизироваться белая масса - пероксид. После окончания кипения стоит ещё минут 20 выдержать сосуд-реактор в охлаждающей ёмкости, после чего плотно закрыть и поместить в холодильник на 12 часов[1]. За это время выпадут все кристаллы триперекиси и будет получен максимальный выход.

Промывка и сушка точно такие же, как и в первом синтезе, только в этом случае промывка продукта от остатков серной кислоты должна быть максимально тщательной. В результате будет полученна триперекись загрезнённая изомерами, (по большей части дипероксидом) в следствии чего и с повышенной чувствительностью к механическому воздействию. Относительно быстро разлагается, может самопроизвольно взрываться при плохой промывке.

С обоих рецептов выход будет составлять около 30-40%, хотя соблюдением температурных режимов можно добиться немного лучшего результата.

[1] *Можно и меньше, но количество полученного продукта будет снижено.*

Гексаметилентрипероксиддиамин

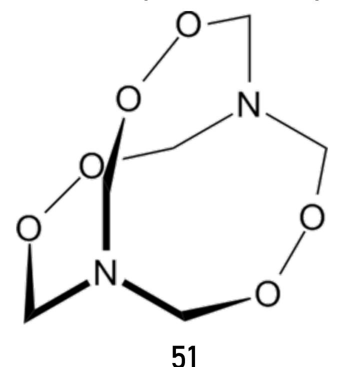
Гексаметилентрипероксиддиамин (ГМТД, HMTD, пероксид уротропина) – инициирующее взрывчатое вещество, производное уротропина. Также как и пероксид ацетона, является перекисным соединением. Имеет достаточно высокую чувствительность к механическим воздействиям, особенно трению и крайне высокую чувствительность к огню или электрической искре.

В книге такой параметр взрывчатых веществ, как Восприимчивость к Детонации, указывается именно в ГМТД постольку, поскольку описанное в этом разделе ИВВ имеет достаточное количество испытаний, где в чистом виде инициирует высокобризантные и аммиачно-селитряные энергоёмкие материалы.

Впервые был синтезирован Людвигом Леглером в 1885 году. Ровно как и ТА, ГМТД в начале XX столетия рассматривался в качестве наполнителя для детонаторов из-за своих приличных взрывных свойств, простоты и дешевизны производства, однако несовместимость с металлами и летучесть поставили крест его на промышленном производстве и использовании.

Разные источники указывают разную чувствительность пероксид уротропина к механическим воздействиям — одни утверждают, что он менее чувствителен чем пероксид ацетона, другие — наоборот. На практике, по-видимому, разница незаметна.

Нерастворим в воде – 0,1 г/100 мл., неплохо растворим в ацетоне – 33 г/100 мл. Устойчив к солнечному свету, но продолжительное пребывание под действием ультрафиолетовых лучей повышают чувствительность. При комнатной температуре практически не летуч. Длительное нахождение в воде вызывает разложение на уротропин и пероксид водорода.



Хим. формула:	$C_6N_2O_6H_{12}$
Состояние:	Твёрдое
Плотность:	1,57 г/см³
Температура взрыва:	2868°C
Теплота взрыва:	3,29 МДж/кг
Скорость детонации:	5100 м/с
Фугасность:	280 $см^3$
Бризантность:	4 мм
Объем газообразных продуктов:	1097 л/кг
Общая чувствительность:	Очень высокая
Тротиловый эквивалент:	0,74

Синтез с лимонной кислотой

Перекись водорода (30%)	53,3%
Лимонная кислота	28%
Уротропин	18,7%

14 грамм уротропина растворяется в 40 граммах 30% перекиси водорода при комнатной температуре. После, сосуд-реактор с жидкостью помещается в ледянню ванну, для охлаждения до 1-3°C.

Далее, в раствор перекиси и уротропина небольшими порциями и с постоянным перемешиванием, добавляется 21 грамм тщательно измельчённой лимонной кислоты. После растворения всей кислоты, в ёмкость для охлаждения добавляется последняя партия льда, а также каждые 5-10 минут полученная жидкость перемешивается на протяжении, как минимум 2 часов.

Через некоторое время в растворе начнут образовываться кристаллы ГМТД, сама жидкость помутнеет и загустеет. В зависимости от нужного количества конечного продукта, либо спустя 3 часа ГМТД извлекается и промывается, либо остаётся на 17 часов при комнатной температуре, для получения максимального выхода.

Для промывки, ГМТД равномерно выкладывается на тканевый или бумажный фильтр и несколько раз промывается исключительно дистиллированной водой. Завернутым в этот же фильтр, ГМТД отжимается от лишней воды, после чего готов к сушке. Хоть пероксид уротропина и слегка гигироскопичен, возможно проводить сушку на открытом воздухе. Ускорение процесса можно добиться просушиванием под солнцем, либо любым другим источником тепла, так, чтоб ГМТД не нагревался выше 40°C. Полученный белый мелкий порошок и есть готовый продукт.

Синтез с азотной кислотой.

Пероксид водорода (30-50%)	53,3%
Азотная кислота (50%)	28%
Уротропин	18,7%

Сосуд-реактор помещается в ледяную ванну и наполняется 27 граммами 30%[1] перекиси водорода, в ней, при перемешивании, растворяется 10 грамм уротропина. Далее, медленно, в три этапа и с интервалом в 10 минут, в смесь в сумме добавляется 18 грамм азотной кислоты. Наиболиее активное нагревание смеси перепадает на момент кристаллизации ГМТД (помутнения смеси), во время чего особенно важно перемешивание и охлаждение. После прекрашения активной реакции и саморазогревания смеси, сосуд помещается в холодильник на 12-24 часов для полученмк максимального выхода. Затем кристаллы отделяются от маточного раствора и промываются в 2% растворе бикарбоната соды до нейтральной реакции.

[1] *Или 17 граммами 50%.*

Аммиачно-селитренные взрывчатые вещества

Аммиачно-селитренные взрывчатые вещества (АСВВ) – категория энергоёмких смесей, представляющую собой гранулированную или измельчённую аммиачную селитру [Нитрат аммония, NH_4NO_3], смешенную с другим ВВ или горючим, будь то углеводороды или порошковый металл.

На данный момент подобные ВВ не имеют популярности в военной сфере из-за своих сравнительно низких характеристик. В то же время, в мировых войнах, во время острой нехватки тротила использовались его смеси с измельчённой селитрой, называемой аммотолом.

Более значимое место в современном взрывном деле АСВВ имеют горнодобывающей промышленности. Из-за дешевизны, минимальной чувствительности и относительной экологичности эти вещества широко применяются в гражданской промышленности. Удивителен тот факт, что инициатива по смене более мощного тротила[1], ранее используемого для подрывных работ в США, оказался успешной, поскольку такие вопросы мало волнуют промышленников.

Ключевая особенность АСВВ заключается в их чрезвычайно низкой чувствительности и восприимчивости. Смеси, не включающие в свой состав других взрывчатых веществ, кроме, собственно, селитры, абсолютно не чувствительны к ударам, падению и пересыпанию. При чём восприимчивость к детонации может сохранятся на уровне прессованного тротила. Соответственно, такие энергоёмкие смеси безопасны в обращении и практически не имеют рисков при перевозке.

Следующие разделы посвящены самым практичным и проверенными временем АСВВ, их особенностям и составам.

[1] При взрыве тротила, из-за большой нехватки кислорода в молекуле, выделяется много токсичных веществ. Это видно по фирменному для чистого тротила чёрного дыма после взрыва.

Аммонал

Аммонал – смесевое, промышленное взрывчатое вещество, состоящее из аммиачной селитры и алюминиевой пудры, не редко с добавлением тротила или гексогена. Использование алюминия в качестве топлива повышает температуру и длительность взрыва, таким образом открывая дверь в мир термобарических взрывов.

Аммонал не имеет своего конкретного изобретателя, так как было получено во время экспериментов с аммиачно-селитряными ВВ. В прошлом веке, в мирное время, аммонал использовался в горнодобывающей отрасли, преимущественно в СССР. Во время обоих мировых войн использовался как заменитель чистому тротилу во время его дефицита во многих странах.

Самый простой аммонал изготавливается тщательным перемешиванием измельченной аммиачной селитры и алюминиевой пудры, в одном из трёх основных соотношений – 95 на 5, 90 на 10 и 80 на 20.

Смесь 95 на 5 наиболее экономически выгодное соотношение, к тому же легче всего поддается инициации. Имеет наименьшую теплоту взрыва, по сравнению с иными смесями.

Смесь 90 на 10 считается оптимальной, поскольку дальнейшее увеличение количества алюминия в составе резко повышает количество непрореагировавшего алюминия.

Смесь 80 на 20 обладает термобарическими свойствами из-за избыточного топлива, что реагирует с воздухом после основного взрыва. Обладает наибольшей энергичностью, по сравнению с вышеперечисленными смесями. Отличительная черта данной смеси – отчётливая, продолжительная вспышка раскалённых газов при взрыве. Хуже всего поддаётся инициации.

Аммонал абсолютно не чувствителен к механическому воздействию и нагреванию, инициируется только с помощью детонатора. Гигроскопичен.

Хим. формула:	$NH_4NO_3 + Al$
Состояние:	Твёрдое
Плотность:	~1 г/см³
Температура взрыва:	~3000°C
Теплота взрыва:	~3,85 МДж/кг
Скорость детонации:	~4000 м/с
Фугасность:	~320 см³
Бризантность:	~12 мм
Объем газообразных продуктов:	~1000 л/кг
Общая чувствительность:	Очень низкая
Тротиловый эквивалент:	~0,8
КДД	35 мм
ММД	0,5 грамм

*Указано для **сбалансированного аммонала***

Аммонал 95/5

Аммиачная селитра	95%
Алюминий	5%

95 грамм измельчённой до состояния пудры аммиачной селитры просушивается в лабораторной электропечи или ином устройстве при температуре около 50-70°C. При использовании газовой печи устанавливается минимальная мощность, дверь оставляется едва открытой. На противень стелиться пергаментная или иная бумага от пригорания, на ней равномерно распределяется измельчённая селитра и ставится как можно выше в печи. Каждые 5-10 минут селитра помешивается, во избежание подгорания. Длительность просушивания зависит от количества влаги в селитре, для новой, не находившейся долго в контакте с воздухом селитры достаточно получаса.

К высушенной селитре добавляется 5 грамм алюминиевой пудры. Размер зёрен алюминия не должен превышать 65 микрометров. Подходит как алюминиевая пудра в качестве химического

реактива, так и краска «Серебрянка», у которой диаметр зёрен в среднем около 30 микрометров.

Перемешивание осуществляется в химическом смесители или вручную. Готовый продукт выглядит как абсолютно однородный серый порошок.

Как было упомянуто выше, данный состав имеет наибольшую из всех смесей бризантность и фугасность.

Аммонал 90/10

Аммиачная селитра	90%
Алюминий	10%

Изготавливается ровно так же, как и прошлый состав. Одно из лучших соотношений, поскольку большая часть алюминия реагирует с кислородом нитрата аммония, а не разбрасывается взрывом, соответственно имеет место максимальное гарантированное энерговыделение.

Аммонал 80/20

Аммиачная селитра	80%
Алюминий	20%

Изготавливается тем же способом, что и предыдущие смеси.

Данный состав в какой-то мере обладает термобарическими свойствами, из-за избыточного алюминия в составе, что сгорает в контакте с кислородом из воздуха, а не селитры. Сгорание алюминия выделяет тепло, что разогревает газообразные продукты взрыва и воздух, увеличивая их объём. В теории, дополнительная тепловая энергия должна увеличивать расстояние, на которой проявляются фугасные свойства взрывчатки. На практике, как минимум страдает бризантная часть взрыва, так-как уменьшается количество взрывчатого вещества в составе, а соответственно, главного источника энергии и газов.

Аммонал ВА-4

Аммиачная селитра	80,5%
Тротил	15%
Алюминий	4,5%

Изготавливается точно тем же способом, что и предыдущие смеси.

Для данной смеси используется водоустойчивая селитра, полученный аммонал обладает теми же свойствами. Теплота взрыва – 4,94 МДж/кг., скорость детонации – 4000-4500 м/с., фугасность – 410-430 см^3, бризантность – 17,5 мм.

Аммонал М-10

Аммиачная селитра	76%
Тротил	14%
Алюминий	10%

Изготавливается точно так же, что и предыдущие смеси.

Теплота взрыва – 5,66 МДж/кг., скорость детонации – 3800-4800 м/с., фугасность – 425 см^3, объём продуктов взрыва – 791 л/кг.

Аммонал скальный №1

Аммиачная селитра	66%
Гексоген	24%
Тротил	5%
Алюминий	5%

Изготавливается ровно тем же способом, что и предыдущие смеси, за исключением того, что перемешивание происходит менее интенсивно, из-за присутствия относительно чувствительного гексогена.

Фугасность – 450-480 см^3., бризантность – 22-28 мм.

Аммонал скальный №3

Аммиачная селитра	72%
Гексоген	15%
Алюминий	8%
Тротил	5%

Изготавливается тем же способом, что и предыдущие смеси, за исключением того, что перемешивание происходит менее интенсивно, из-за присутствия относительно чувствительного гексогена.

Теплота взрыва – 5,65 МДж/кг., скорость детонации – 4000-4500 м/с., фугасность – 450-470 см^3.

Из-за своей аммиачно-селитренной и смесевой природы, у аммонала относительно высокий критический диаметр детонации – от 8 до 70 миллиметров, в зависимости от состава.

Аммотропин

Аммотропин (АМТ) – аммиачно-селитрчное смесевое взрывчатое вещество из уротропина.

Как и у многих других аммиачно-селитряных ВВ, у аммотропина нет своего конкретного создателя, но за свои приличные взрывные свойства был удостоен отдельного раздела. Из-за своей аммиачно-селитряной природы аммотропин был во многом обделен испытаниями, из-за чего практически все предоставленные далее данные в таблице характеристик являются приблизительными и основываются сравнениях с другими энергоёмкими материалами во время полевых испытаний.

АМТ абсолютно не чувствителен к физическому воздействию, однако очень гигроскопичен. Полностью растворяется в воде.

Хим. формула:	$NH_4NO_3 + C_6H_{12}N_4$
Состояние:	Твёрдое
Плотность:	~1,24 г/см³
Температура взрыва:	~3000°C
Теплота взрыва:	~3,53 МДж/кг
Скорость детонации:	~5700 м/с
Фугасность:	~380см³
Бризантность:	~15 мм
Объем газообразных продуктов:	~950 л/кг
Общая чувствительность:	Очень низкая
Тротиловый эквивалент:	~0,85
Критический диаметр детонации:	~50 мм
Восприимчивость к детонации:	2 грамма

Аммотропин

Аммиачная селитра	90%
Уротропин	10%

Изготовление производится на открытом воздухе или в помещении с мощной вытяжкой, так как во время плавления селитры будет выделятся аммиак. В стеклянную ёмкость, или в ёмкость с антипригарным покрытием засыпается 90 грамм гранулированной аммиачной селитры. В момент начала плавления селитры, к ней добавляется 10 грамм порошкообразного уротропина. Нагревание и помешивается продолжается до момента превращения смеси в прозрачную жидкость, после чего ёмкость снимается с огня. В момент начала кристаллизации, полученная жидкость выливается на пергаментную бумагу или плёнку для дальнейшего остывания. Ещё тёплое, не полностью затвердевшее вещество дробится как можно мельче[1], любым способом, так как аммотропин абсолютно не чувствительно к механическому воздействию. Полученный порошок и есть аммотропин.

Аммотропин-К

Аммиачная селитра	90%
Уротропин	9%
Абиетиновая кислота	1%

Изготавливается так же, как и обыкновенный аммотропин, однако на моменте плавления компонентов смеси плавится также абиетиновая кислота.

Обладает большой чувствительностью к детонации, общая чувствительность не меняется.

[1] *От степени измельчения зависит вероятность полной детонации, а также требуемая мощность детонатора.*

АСДТ

Аммиачная Селитра и Дизельная Топливо (Игданит, гранулит, ANFO) – аммиачно-селитряное смесевое взрывчатое вещество, где в качестве топлива выступают углеводороды, чаще всего, дизель. Вместо дизеля иногда используются иные продукты нефтепереработки, к примеру керосин или бензин.

Игданит разделяет судьбу иных аммиачно-селитряных взрывчатых веществ по теме первооткрывателя – никакой конкретной информации нет. Кроме того, также отсутствуют подробные характеристики АСДТ от испытаний, если оные проводились.

АСДТ изготавливается простым добавлением к гранулированной аммиачной селитре небольшого количества топлива, в среднем 4-6 процентов от массы селитры. Смешивание часто происходит на месте проведения работ, непосредственно перед применением. Такая простота изготовления, дешевизна, безопасность и хорошие взрывные свойства, сделали игданит незаменимым при проведении горнодобывающих взрывных работ.

В разных странах в производстве подобных смесей использовались разные виды аммиачной селитры. В СССР для производства АСДТ использовалась та же селитра, что изготавливалась как удобрение. В США производилась отдельная марка нитрата аммония, в коей присутствовало больше пор, обеспечивая лучшую устойчивость детонации и длительность хранения.

Игданит гигроскопичен и летуч, степень летучести определяется использованным во время приготовления видом топлива. Так как среди прочих распространённых углеводородов, дизель обладает наименьшей летучестью, он негласно стал стандартом для подобных смесей.

Хим. формула:	$NH_4NO_3 + C_nH_{2n+2}$
Состояние:	Твёрдое
Плотность:	~0,84 г/см³
Температура взрыва:	~2500°С
Теплота взрыва:	~3,5 МДж/кг
Скорость детонации:	~3200 м/с
Фугасность:	~200 см³
Бризантность:	~8 мм
Объем газообразных продуктов:	~900 л/кг
Общая чувствительность:	Очень низкая
Тротиловый эквивалент:	~0,74
Критический диаметр детонации:	~150 мм
Восприимчивость к детонации:	~40 грамм

Классический АСДТ

Аммиачная селитра	94,5%
Дизельное топливо	5,5%

Просушенные, ещё горячие 945 грамм гранулированной аммиачной селитры помещаются в закрываемый контейнер, после чего в него добавляется 55 грамм дизельного топлива. Встряхиванием ёмкости производят перемешивание компонентов. АСДТ будет готов после того, как всё топливо будет равномерно впитано гранулами селитры.

Пермон

Аммиачная селитра	91,8%
Дизельное топливо	4,2%
Алюминий	4%

Изготавливается добавлением алюминиевой пудры к классическому АСДТ. Повышает практически всех характеристики.

Теплота взрыва – 4,52 МДж/кг., скорость детонации 2600-3200 м/с., фугасность – 390-410 мл., объем продуктов взрыва – 910 л/кг.

Динамоны

Динамоны – ряд аммиачно-селитренных взрывчатых веществ на основе измельчённой аммиачной селитры и невзрывчатых добавках. И хоть ранее описанный аммонал, аммотропин и АСДТ также являются динамонами, они были вынесены в отдельные разделы как наиболее удачные и/или проверенные временем смеси.

Эта же часть книги посвящена многим иным энергоемким смесям, что так или иначе использовались и о которых есть, по крайней мере, минимальное количество информации. Все смеси изготавливаются максимальным измельчением и последующим тщательным перемешиванием просушенных компонентов.

Нижеприведенная таблица не указывает характеристики каждой отдельной смеси, а разброс между ними.

Хим. формула:	NH_4NO_3 + n
Состояние:	Твёрдое
Плотность:	0,8-1,2 г/см^3
Температура взрыва:	~2500-3500°С
Теплота взрыва:	3,7-5,2 МДж/кг
Скорость детонации:	~2200-2800 м/с
Фугасность:	~200-350см^3
Бризантность:	~5-15 мм
Объем газообразных продуктов:	~950л/кг
Общая чувствительность:	Очень низкая
Тротиловый эквивалент:	~0,5-0,8
КДД	От 50 мм
ММД	1-3 грамма

Динамон-С

Аммиачная селитра	85%
Сахар	15%

Тротиловый эквивалент – ~0,65-0,7.

Динамон-У

Аммиачная селитра	88%
Уголь	12%

Теплота взрыва – 3.79 МДж/кг., скорость детонации – 3600 м/с.

Немецкий динамон

Аммиачная селитра	90%
Уголь с низкой степенью обжига	10%

Скорость детонации – 4100-4210 м/с.

Динамон-Т

Аммиачная селитра	88%
Торф	12%

Скорость детонации – 2900-3500 м/с., бризантность – 13-16 мм.

Динамон-СШ

Аммиачная селитра	85%
Мука сосновых шишек	15%

Теплота взрыва – 3,93 МДж/кг., скорость детонации – 4200-4400 м/с., бризантность – 16-17 мм.

Динамон-ДМ

Аммиачная селитра	85%
Древесная мука	15%

Скорость детонации – 2800 м/с., бризантность – 10-13 мм.

Бризантные взрывчатые вещества

Бризантные взрывчатые вещества (БВВ, вторичные взрывчатые вещества) – категория мощных энергоёмких веществ и смесей, чаще всего используемых как основной заряд при снаряжении различных видов боеприпасов. Получили своё название из-за скорости детонации, превышающая для большинства БВВ 5000 метров в секунду и как следствия, своих высоких дробящих свойств.

Вторичным ВВ характерна исключительно высокая мощность и относительно низкая чувствительность. Бризантные взрывчатые вещества с момента своего открытия находят применение как в военной, так и инженерной сфере, включая горную промышленность и демонтаж.

Крайне редко в любой сфере, где применяются взрывчатые вещества данной категории, наполнение зарядов происходят только одним ВВ. Синергичность между некоторыми энергоёмкими материалами позволяет без существенного повышения затрат увеличить конечную мощность взрыва, из-за чего существует бесчисленное множество смесевых взрывчатых веществ.

Следующие разделы посвящены самым известным и примечательным бризантным взрывчатым веществам и другим ВВ на их основе.

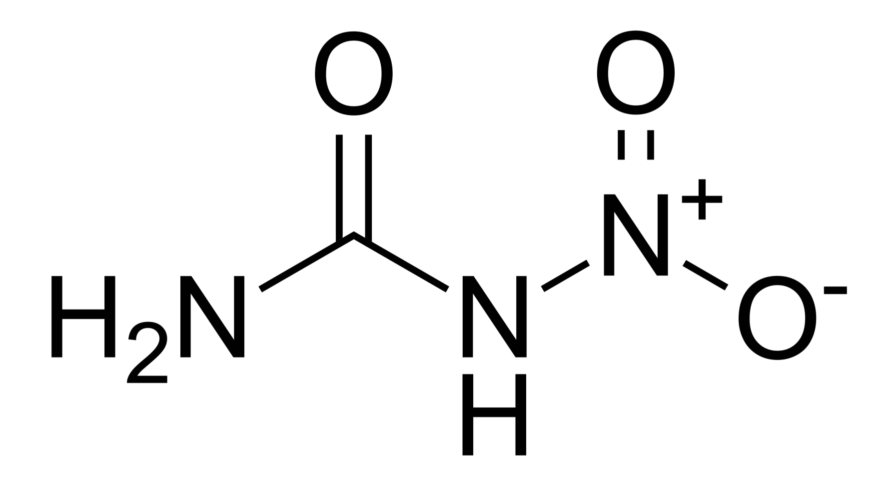
Нитромочевина

Нитромочевина (нитрокарбамид) – мощное и стабильное взрывчатое вещество, образующееся в результате нитрации нитрата мочевины.

Нитрокарбамид представляет собой белое твёрдое кристаллическое вещество с чувствительностью к механическому воздействию ниже, чем у тротила, при этом будучи слегка мощнее. Восприимчивость к детонации равняется таковой у тринитротолуола. Обладает свойственными для аммиачно-селитряных взрывчатых веществ падением восприимчивости к детонации при увеличении плотности.

Используется террористами из-за простоты приготовления, но не используется в промышленности и военном деле из-за высокой гигроскопичности и низкой химической устойчивости.

Хорошо растворим в метаноле – ~140 г/л, чуть хуже растворим в воде – ~120 г/л, слаборастворим в ацетоне и этаноле. При нагревании до 60°С в контакте с водой или влагой из воздуха разлагается с выделением оксида азота (NO_2), при нагревании до 158°С начинает разлагаться.



Хим. формула:	$CH_3N_3O_3$
Состояние:	Твёрдое
Плотность:	1,73[1] г/см³
Температура взрыва:	2800°С
Теплота взрыва:	3,86 МДж/кг
Скорость детонации:	4700 м/с
Фугасность:	310 см³
Бризантность:	~12 мм
Объем газообразных продуктов:	853 л/кг
Общая чувствительность:	Очень низкая
Тротиловый эквивалент:	1.01
Критический диаметр детонации:	~8[2] мм
Восприимчивость к детонатору:	~0,2[2] грамма

Синтез №1

Серная кислота (98%)	68%
Азотная кислота (99%)	17%
Мочевина	15%

Синтез нитромочевины проходит в два этапа.

На первом этапе, 100 грамм мочевины растворяется в 400 граммах горячей воды, так как реакция эндотермическая. После полного растворения, к ней, при помешивании, медленно приливается 120 граммах азотной кислоты, при этом температура смеси должна держатся около 10-20°С.

Через небольшой промежуток времени после растворения азотной кислоты в осадок выпадет около 170 грамм нитрата мочевины. Сперва он промывается холодной водой, а затем в 2% растворе

[1] Плотность кристалла. На практике прессовка до такой плотности не представляется возможной, к тому же, резко падает восприимчивость к детонации.

[2] При насыпной плотности.

бикарбоната натрия до нейтральной реакции. Полученный продукт просушивается.

На втором этапе, в сосуд реактор в ледяной ванне с 470 граммами, охлаждённой до 0°C серной кислоты медленно, с перемешиванием присыпается 170 грамм нитрата мочевины. На протяжении всей реакции выдерживается температура близкая к 0°C. Практически сразу после добавления последней порции нитрата мочевины полученная смесь выливается в 1 литр воды со льдом, где кристаллизируется и промывается. Полученная масса либо сушится тёплым воздухом, либо перекристализируется в этаноле для дополнительной очистки, путём добавления ещё влажного нитрокарбамида в кипящий этиловый спирт. После остывания этанола, нитромочевина извлекается из спирта и просушивается.

Тринитроглицерин

Тринитроглицерин (нитроглицерин, глицеринтринитрат, нитро, НГЦ) – мощное жидкое взрывчатое вещество, производное глицерина.

Несмотря на то, что нитроглицерин является первым полноценным взрывчатым веществом, используемым в промышленных масштабах и открытым ещё в 1847 году Асканио Собреро, он по-прежнему мощнее большинства взрывчатых веществ, используемых в наши дни.

Причиной постепенного отказа от нитроглицерина стала его чувствительность к механическому воздействию. Однако, во многом чувствительность НГЦ в массовой культуре преувеличивается. К примеру, сосуд со 100 граммами нитроглицерина вполне может упасть с высоты 2-х метров без взрыва, при этом двухкилограммовый груз, упавший на нитро с 4 сантиметров, взрывается в 100% случаев.

Так как нитроглицерин при комнатной температуре находится в жидком, не практичном состоянии, его загущают чтобы получить желеобразный гремучий студень, либо используют инертный поглотитель для создания гурдинамитов и неинертные поглотители для создания динамитов, соответственно. Мало того, и в первом, и особенно во втором случае нитроглицерин становится менее чувствителен к механическому воздействию, таким образом делая обращение с ним безопаснее.

Нитроглицерин почти нерастворим в воде – 0,138 г/100 мл. и полностью растворим в эфире, бензоле, ацетоне и этаноле. При нагреве выше 50°C загорается, при нагреве выше 200°C – детонирует. При охлаждении ниже 13°C переходит в твёрдую фазу, с повышением чувствительности к трению. В связи со столь высокой температурой замерзания, в нитроглицерин добавлялся нитрогликоль, другое жидкое, похожее на НГЦ взрывчатое вещество.

Хим. формула:	$C_3H_5N_3O_9$
Состояние:	Жидкое
Плотность:	1,593 г/см³
Температура взрыва:	4110°C
Теплота взрыва:	6,534 МДж/кг
Скорость детонации:	1100 - 8200 м/с [*]
Фугасность:	470 см³
Бризантность:	25 мм
Объем газообразных продуктов:	713 л/кг
Общая чувствительность:	Очень высокая
Тротиловый эквивалент:	1,5
Критический диаметр детонации:	2,5 мм
Восприимчивость к детонации:	0,1 грамма

Синтез №1[1]

Серная кислота (98%)	46%
Азотная кислота (99%)	46%
Глицерин	8%

В реакционный сосуд, находящийся в ледяной ванне, добавляется 100 грамм охлаждённой до 0°C азотной кислоты и 100 грамм охлаждённой до 11°C серной кислоты. После, каплями в смесь добавляется

[1] В синтезе не принципиально использование кислот максимальной концентрации, однако это эффективнее и безопаснее. Желательно использовать серную кислоту концентрации от 90% и азотную кислоту концентрацией от 65%.

глицерин при постоянном перемешивании. При этом температура не должна превышать 10°С и по возможности держатся ближе к0°С. Если из реакционного сосуда начнет валить тёмно-оранжевый газ, нужно моментально вылить содержимое сосуда в ледяную ванну. То же самое следует сделать, если температура смеси превысит отметку в 25°С, иначе возможен взрыв.

После добавления всего глицерина в нитрирующую смесь, реакция будет продолжатся ещё около 30 минут. На протяжении этого смесь должна хотя-бы раз в минуту перемешиваться, во избежание образования локальных разогревов.

Далее содержимое сосуда-реактора выливается в ледяную ванну или в иную ёмкость с ледяной водой, где в воде растворится кислоты и непрореагировавший глицерин, а нитро осядет на дне в виде бежевой или белой субстанции. Объём воды должен быть как минимум в 10 раз больше объёма изначальных компонентов реакции.

Затем, верхний слой смеси сливается, содержащий воду и растворённые в ней кислоты, оставляя на дне тринитроглицерин. После, полученный продукт тщательно, с перемешиванием промывается ещё раз холодной водой в растворе 2% бикарбоната натрия, до нейтральной реакции.

После просушки при комнатной температуре нитроглицерин будет практически прозрачен, с лёгким жёлтым оттенком. Выход около 91%, не считая потерь с промывки.

Незамерзающий нитроглицерин

Нитроглицерин	50-95%
Нитрогликоль[1]	5-50%

Содержание ЭГДН в смеси, %	Температура замерзания смеси, °С
10	8,5
20	4
30	-2
40	-6,5
50	-10

[1] Иногда добавлялся просто гликоль, от чего, однако, страдали взрывные свойства смеси.

Гремучий студень

Нитроглицерин	92-93%
Нитроцеллюлоза	7-8%

Нитроглицерин медленно нагревается до ~65°C, после чего в него добавляется нитроцеллюлоза. Смесь перемешивается до образования однородной массы, после чего остужается.

Теплота взрыва – 6,47 МДж/кг., скорость детонации – 7800 м/с., фугасность – 600 см^3., бризантность – 22,6 мм.

Динамит стандартный

Нитроглицерин	62%
Нитрат калия[1]	27%
Древесная мука	8%
Нитроцеллюлоза	3%

Сперва изготавливается гремучий студень, после чего в смесь медленно водятся остальные компоненты, полученная масса аккуратно перемешивается.

Теплота взрыва – 5.3 МДж/кг., скорость детонации – 6000 м/с., фугасность –380 см^3., восприимчивость к детонации – 0,5 грамма.

Гурдинамит №1

Нитроглицерин	75%
Кизельгур	25%

Теплота взрыва – 4,81 МДж/кг, температура продуктов взрыва – 3100°C, скорость детонации – 6820 м/с, объём продуктов взрыва – 630 л/кг.

[1] Или нитрат натрия.

Этиленгликольдинитрат

Этиленгликольдинитрат (динитроэтиленгликоль, динитрогликоль, гликольдинитрат, нитрогликоль, ЭГДН, EGDN) – мощное жидкое взрывчатое вещество, производное этиленгликоля.

Представляет собой прозрачную маслянистую жидкость похожую на нитроглицерин, при это имеет чувствительностью к механическим воздействиям нитрогликоль имеет как минимум вдвое ниже[1], от чего безопаснее в обращении.

Ранее ЭГДН применялся как антифриз к динамитам, заменитель нитроглицерина во время его дефицита[2] и как химический маркер для Семтекса до 1995 года. Ныне используется достаточно редко, например для создания мощного смесевого взрывчатого ГОМА-2.

Этиленгликольдинитрат значительно более летуч, нежели нитроглицерин. Не гигроскопичен и нерастворим в воде – 0,05 г/л. Растворим во многих растворителях, в том числе в ацетоне, метаноле, этаноле и нитробензоле. Замерзает при -22,3°С, при медленном нагревании чувствительность не повышается, не взрывается. Кипит при 197,5°С. Не имеет запаха, очень токсичен при попадании на кожу или в виде паров.

[1] Данные разнятся.

[2] Нитрогликоливые динамиты и Гремучие студни изготавливаются точно так же, как и в случае с нитроглицерином.

Хим. формула:	$C_2H_4N_2O_6$
Состояние:	Жидкое
Плотность:	1,49 г/см³
Температура взрыва:	4230°C
Теплота взрыва:	6,8 МДж/кг
Скорость детонации:	1500-8300[1] м/с
Фугасность:	620 см³
Бризантность:	21 мм
Объем газообразных продуктов:	737 л/кг
Общая чувствительность:	Высокая
Тротиловый эквивалент:	1,66
КДД	2-2,7 мм
ВкД	0,1 грамма

Синтез из азотной кислоты

Азотная кислота (99%)	42%
Серная кислота (98%)	42%
Этиленгликоль	16%

В сосуд-реактор к 25 грамм охлаждённой до 0°C азотной кислоты добавляется 25 грамм также охлаждённой серной кислоты. Перед началом синтеза полученная нитрирующая смесь охлаждается до 6-7°C, если температура превысила эту отметку.

Медленно, при перемешивании, небольшими порциями в смесь кислот добавляется 10 грамм чистого от воды и примесей этиленгликоля. На протяжении всего процесса добавления, температура смеси должна держатся на уровне 10-15°C, чем ниже – тем больше будет конечный выход.

После добавления всего этиленгликоля смесь перемешивается ещё пару минут и отстаивается. Через некоторое время смесь разделится на два слоя – нижний из кислот и верхний, из ЭГДН.

[1] В зависимости от способа инициации и диаметра заряда.

С помощью шприца полученный продукт переносится в резервуар с холодной водой и где промывается при аккуратном перемешивании. После первой промывки, нитрогликоль переносится во вторую ёмкость с 2% раствором бикарбоната натрия для нейтрализации остатков килсот. ЭГДН можно считать чистым, когда будет получена нейтральная реакция смеси.

Итоговый выход около 90% (сильно зависит от концентраций кислот, чистоты этиленгликоля и соблюдений температурного режима) от теоретического, что составляет около 22 грамма динитрогликоля.

ГОМА-2

Аммиачная селитра	60-70%
ЭГДН	26-31%
Нитроцеллюлоза	0,5-3%
Твёрдое топливо	2-6

Изготавливается аккуратным смешиванием всех компонентов.

Мощное кашеобразное взрывчатое вещество, используемое преимущественно в Испании в горнодобывающей промышленности.

Тринитроцеллюлоза

Тринитроцеллюлоза (пироксилин, тринитрат целлюлозы, нитроклетчатка) – взрывчатое вещество, являющееся финальной стадией нитрации целлюлозы.

С момента открытия взрывчатых свойств пироксилина была найдена масса его применений в военном деле. Порох из нитроцеллюлозы (нитропорох) моментально заменил собой чёрный из-за большей мощности, меньшего количества твёрдых продуктов сгорания и отсутствия видимого дыма после выстрела. Чистый пироксилин использовался в качестве наполнителя боеголовок первых торпед и морских мин, а также некоторых капсюлей-детонаторов. Смешанная с нитроглицерином нитроцеллюлоза образовывает мощное желеобразное взрывчатое вещество – Гремучий студень.

Пироксилин представляет собой нитрованную вату (реже – древесную целлюлозу), имеющую легкий жёлтый оттенок. На открытом пространстве моментально сгорает со вспышкой без остатка, в закрытом корпусе горение переходит в детонацию.

Хорошо растворим в ацетоне, нерастворим в воде и бензоле. Начинает разлагаться при 50°C и воспламеняется при 165.

Хим. формула:	$[C_6H_7O_2(ONO_2)_3]_n$
Состояние:	Твёрдое
Плотность:	~1,6 г/см³
Температура взрыва:	~3200°С
Теплота взрыва:	~3,7 МДж/кг
Скорость детонации:	~7500 м/с
Фугасность:	~375 см³
Бризантность:	~18 мм
Объем газообразных продуктов:	~765 л/кг
Общая чувствительность:	Высокая
Тротиловый эквивалент:	~1,1
КДД	~1,5 мм
ММД	~0,1 г

Синтез из азотной кислоты

Серная кислота (98%)	64%
Азотная кислота (65%)[1]	32%
Хлопчатая вата	4%

В 100 грамм охлаждённой азотной кислоты добавляется 200 грамм охлаждённой серной кислоты и перемешивается. После, в смесь для нитрации порциями добавляется 15 грамм сухой, разрыхлённой ваты, которая окунается в кислоты химически стойкой палочкой. Смесь не должна нагреваться выше 30°С.

Спустя 15-20 минут перемешивания содержимого сосуда-реактора бóльшая часть целлюлозы станет тринитроцеллюлозой.

Для промывки и очистки пироксилина сперва сливается нитрирующая смесь, а затем нитроцеллюлоза помещается в ёмкость с 2% процентным раствором бикарбоната натрия, где тщательно перемешивается, пока после очередной замены раствора не будет обнаружено нейтральной реакции.

[1] Использование неконцентрированной азотной кислоты обусловливается тем, что иначе нитрация проходит неравномерно.

Далее нитроклетчатка просушивается потоком тёплого воздуха температурой не более 50°C, после чего готова к использованию.

Синтез из нитрата калия

Серная кислота (98%)	64%
Калийная селитра	32%
Хлопчатая вата	4%

В 200 грамм охлаждённой серной кислоты порциями, с перемешиванием добавляется 100 грамм нитрата калия, так, чтобы температура смеси не превышала 30°C. После охлаждения, в смесь для нитрации порциями добавляется 15 грамм сухой, разрыхлённой ваты, которая окунается в кислоты химически стойкой палочкой. Смесь также не должна нагреваться выше 30°C.

Нитрация длится не менее 30 минут, а смесь во время этого активно перемешивается.

Промывается пироксилин тем же способом, что и в первом синтезе.

В таблице характеристик тринитроцеллюлозы указаны примерные характеристики, так как они зависят от количества присоединённых нитрогрупп.

Для получения пироксилина среднего качества в лабораторных условиях нитрация длится 15 минут. В промышленности, целлюлоза находится в реакторах до нескольких часов. Также, в промышленности для более качественной очистки от кислот пироксилин кипятят, чередуя чистую воду и раствор бикарбоната натрия. Процесс может занимать десятки часов, в зависимости от будущего предназначения пироксилина.

Тринитротолуол

Тринитротолуол (тротил, тол, ТНТ, TNT) – твёрдое бризантное взрывчатое вещество, производное толуола.

Впервые был синтезирован Юлиусом Вильбрандом в 1831 году и с того момента использовался как жёлтый краситель, поскольку из-за низкой чувствительности не было обнаружено его взрывчатых свойств. Как энергоёмкое вещество ТНТ был открыт в 1981 году Карлом Хойссерманном. Благодаря своим характеристикам быстро вытиснул пикриновую кислоту, ранее используемую как основное взрывчатое вещество во многих странах.

Тринитротолуол по праву занимает титул короля военных взрывчатых веществ, за своё сочетание мощности, стабильности, практичности[1] и относительной простотой изготовления в промышленных масштабах.

В лабораторных условиях ТНТ зачастую синтезируется в 2 или 3 этапа. Производство в три этапа позволит получить максимальный выход продукта, а производство в 2 этапа немного быстрее и позволяет не контактировать с мононитротолуолом, очень токсичной жидкостью. Также, из всех приведённых в данной книге взрывчатых веществ, самым сложным в изготовлении является именно тротил.

ТНТ представляет собой белые с лёгким жёлтым оттенком кристаллы, растворимые в ацетоне, бензоле, простых эфирах и практически нерастворимые в воде – 0,13 г/л при 20°C. При 81°C, превращаясь в прозрачную, жёлтую маслообразную жидкость. При поджигании тротил горит коптящим жёлтым пламенем, не взрываясь, при этом горение в закрытом пространстве может перейти в детонацию.

CH_3 O_2N NO_2 NO_2

[1] Тротил не впитывает влагу, легко плавится и отливается.

Хим. формула:	$C_7H_5N_3O_6$
Состояние:	Твёрдое
Плотность:	1,654 г/см³
Температура взрыва:	2820 °C
Теплота взрыва:	4,18 МДж/кг
Скорость детонации:	6900 м/с
Фугасность:	285 $см^3$
Бризантность:	17 мм
Объем газообразных продуктов:	715 л/кг
Общая чувствительность:	Низкая
Тротиловый эквивалент:	1
Критический диаметр детонации:	10-60[1] мм
Восприимчивость к детонации:	0,2[2] грамма

Трёхэтапный синтез

Серная кислота (98%)	62,1%
Азотная кислота (99%)	33,3%
Толуол	4,6%

Перед началом синтеза 100 грамм азотной кислоты, 50 грамм толуола охлаждаются до 0°C, 150 грамм серной кислоты – до 11°C. В сосуде для синтеза перемешиваются азотная и серная кислота и оставляется на время для остывания (в результате их смешивания образуется тепло). В полученную нитрирующую смесь при активном перемешивании по капле добавляется весь толуол. Смесь приобретёт жёлтый оттенок и начнёт медленно мутнеть.

На протяжении всех 3-х этапов смесь должна постоянно перемешиваться. На первом этапе температура должна держатся в диапазоне от 30 до 40°C. Её можно регулировать путём

[1] *У прессованного тротила ККД меньше, чему у литого.*

[2] *Для прессованного.*

изменения добавляемого толуола за раз. Долговременное превышение планки в 40°С понизит конечный выход продукта; превышении температуры в 90°С вовсе испортит всю реакцию.

После добавления последней капли толуола смесь должна перемешиваться ещё 30 минут.

Полученные в результате около 75 грамм мононитротолуола всплывет на поверхность нитрирующей смеси в виде жёлтого масла. Вся смесь переливается в объём воды минимум в 3 раза больший чем объём реагентов, используемых в синтезе, МНТ отделяется от кислоты с водой и ещё несколько раз промывается чистой воде. После этого он готов ко второму этапу нитрации.

75 грамм мононитротолуола возвращаются в реакционный сосуд, к нему добавляется новая нитрирующая смесь из 60 грамм азотной кислоты и 120 грамм серной кислоты. На этом этапе смесь нужно медленно разогревать внешним источником тепла до 75-80°С. После достижения данного температурного промежутка вся смесь постоянно перемешивается ещё на протяжении 2 часов.

В результате будет получено около 100 грамм динитротолуола. Он также как и МНТ должен быть отделён от кислоты и промыт чистой водой. ДНТ кристаллизируется при температуре ниже 67°С и должен быть измельчён, находясь в холодной воде, чтобы высвободить остатки кислоты и изомеров.

После ещё нескольких промывок, 100 грамм динитротолуола помещается в смесь 400 грамм серной кислоты и 200 грамм азотной кислоты для последнего, третьего этапа нитрации. Смесь медленно нагревается внешним источником тепла до 120°С, после чего оставляется на 2-3 часа, с постоянным помешиванием. Полученный тринитротолуол промывается также как и моно- и динитротолуол.

Во время всего процесса нитрации будут выделяется токсичный газ, больше всего именно на третьем этапе. Синтез следует проводит на открытом воздухе или в очень хорошо

проветриваемом помещении, отводя пары с помощью присоединяемых к колбе труб.

В конченом итоге, спустя около 8 часов будет получено примерно 120 грамм тринитротолуола. В таком состоянии он будет иметь примеси своих изомеров и непрореагировавшие остатки МНТ и ДНТ.

Для получения химически чистого тротила, необходимо промыть его в 10% растворе сульфата натрия, с перемешиванием и температурой 80-85°С. После добавления тротила вода в растворе окрасится в контрастный красный цвет[1] и начнётся выделение небольшого количества ядовитых газов. Спустя 10-15 минут тротил готов к следующему этапу промывки.

Во втором этапе, тротил промывается в 15%-ной серной кислоте, в тех же условиях что и в первом этапе.

Далее, тротил промывается в расплавленном виде в горячей воде и либо оставляется в таком состоянии, либо растворяется в кипящем метаноле и перекристаллизируется после остывания с повторной промывкой водой.

Полученный тротил имеет практически идеальную чистоту и может хранится десятилетиями.

Двухэтапный синтез №1

Серная кислота (98%)	62,1%
Азотная кислота (99%)	33,3%
Толуол	4,6%

Перед началом синтеза 160 грамм азотной кислоты, 50 грамм толуола и 270 грамм серной кислоты охлаждаются до 0°С. В сосуде для синтеза перемешиваются азотная и серная кислота и оставляется на время для остывания. В полученную нитрирующую смесь при активном перемешивании по капле добавляется весь толуол. Смесь приобретёт жёлтый оттенок и начнёт медленно мутнеть.

[1] Сия «Красная вода» – очень токсичное вещество. Обращаться с ним нужно соответствующе.

Температура должна держатся на уровне 30-40°C на протяжении добавления толуола в постоянно перемешиваемую нитрирующую смесь. После добавления последней капли, смесь перемешивается ещё 30 минут без нагрева.

После, внешним источником тепла температура смеси медленно поднимается до 75-80°C, после чего, с поддержанием температуры и активным перемешиванием, оставляется на 2 часа.

В результате будет получено около 90 грамм динитротолуола. Он должен быть отделён от кислоты и промыт чистой водой. ДНТ кристаллизируется при температуре ниже 67°C и должен быть измельчён, находясь в холодной воде, чтобы высвободить остатки кислот и изомеров.

После ещё нескольких промывок, 90 грамм динитротолуола помещается в смесь 360 грамм серной кислоты и 180 грамм азотной кислоты для последнего, третьего этапа нитрации. Смесь медленно нагревается внешним источником тепла до 120°C, после чего оставляется на 2-3 часа, с постоянным помешиванием. Полученный тринитротолуол промывается также как и моно- и динитротолуол.

В конченом итоге, спустя около 8 часов будет получено примерно 100 грамм тринитротолуола. В таком состоянии он будет иметь примеси своих изомеров и непрореагировавшие остатки МНТ и ДНТ. Очищается ТНТ также, как и в первом рецепте с 3-х этапным синтезом.

Двухэтапный синтез №2

Серная кислота (95%)	81%
Азотная кислота	16%
Толуол	3%

В сосуд-реактор помещается 70 грамм аммиачной селитры, к ней добавляется 160 грамм

серной кислоты. Смесь охлаждается до ~0°С. В сосуд с 25 граммами толуола добавляется 80 грамм кислоты. Далее, медленно и с перемешиванием к смеси кислоты и селитры подливается смеси кислоты и толуола. Контролируя количество добавляемого толуола, температура смеси должна держатся на уровне 30-40°С. После добавления всего толуола, смесь перемешивается ещё 30 минут без разогрева.

После, в течении получаса температура смеси доводится до 75-80°С внешним источником тепла. Таким образом, с продолжающимся перемешиванием и нагревом, смесь настаивается 2 часа. В итоге будет получено около 40 грамм динитротолуола. Он должен быть отделён от кислот и промыт чистой водой, а также измельчён, находясь в холодной воде, чтобы высвободить остатки кислот и изомеров.

Для последнего этапа, в сосуд-реактор помещается 70 грамм аммиачной селитры, к ней добавляется 310 грамм серной кислоты. Полученные ранее и просушенные 40 грамм ДНТ растворяются в 160 граммах серной кислоты. Все реагенты добавляются в один сосуд, и с активным перемешиванием, медленно разогреются до 120°С, после смесь настаивается 2-3 часа. Полученные ~47 грамм ТНТ промываются, как и в предыдущих синтезах.

Также, при отсутствии реагентов необходимых для очистки тротила, можно обойтись менее надёжным, но более простым способом. Тротил сперва промывается в расплавленном виде в горячей воде и с постоянным перемешиванием на протяжении 15 минут. После, во время остывания воды, в ней же ТНТ крошится как можно мельче. Полученная масса несколько минут подвергается температуре в 75°С, дабы выделить изомеры, МНТ и ДНТ. После, тринитротолуол вновь промывается в расплавленном виде, после чего готов к хранению или использованию.

Аммотол

Тротил	50-80%
Аммиачная селитра	20-50%

Использовался во время дефицита тротила. Обладает большей теплотой взрыва и фугасностью чем у чистого ТНТ, но меньшей скоростью детонации и бризантностью.

Аммонит 20/80

Аммиачная селитра	80%
Тротил	20%

Использовался в горнодобывающей промышленности.

Аммотекс

Аммиачная селитра	51%
Тротил	40%
Гексоген	9%

Состав, ранее стоящий на вооружении США.

Боратол

Тротил	25-33%
Нитрат бария	66-74%
Парафин	1%

Скорость детонации – 4000-4900 м/с. Использовался во взрывной линзе при создании первой ядерной бомбы.

Тритонал 20/80

Тротил	80%
Алюминий	20%

Имеет повышенные фугасные свойства. Мощнее чистого тротила на ~18%.

Минол-1

Тротил	48%
Аммиачная селитра	42%
Алюминий	10%

Использовался британцами для снаряжения глубинных бомб и торпед во время Второй мировой войны и немного позже.

Минол-2

Тротил	40%
Аммиачная селитра	40%
Алюминий	20%

Использовался британцами для снаряжения глубинных бомб и торпед во время Второй мировой войны и немного позже. Скорость детонации – 5820 м/с., фугасность – 465 $см^3$., бризантность – 16 мм.

Циклотриметилентринитрамин

Циклотриметилентринитрамин (гексоген, циклонит, RDX) – мощное взрывчатое вещество, производное уротропина.

Циклонит был впервые синтезирован Георгом Фридрихом Хеннингом в 1898 году. Вещество представляет собой белые, плохо прессующиеся шестигранные кристаллы, без запаха и вкуса. Ожидалось что циклонит будет иметь лекарственные свойства, но он оказался ядом. В Великобритании и США более известен как RDX (Research Department Explosive)[1]. Назван так во избежание раскрытия мощного энергоёмкого вещества, используемого в британских глубинных бомбах. Достаточно устойчив к механическому воздействию, хорошо восприимчив к детонации.

Из-за своей высокой скорости детонации и бризантности, гексоген надолго стал основным наполнителем для кумулятивных снарядов, для которых, в частности, эти две характеристики являются важнейшими. К тому же, низкая чувствительность и высокая мощность позволили создать второе, после гремучего студня, пластичное взрывчатое вещество – Композиция С.

При 205°С плавится с разложением, нерастворим в воде, слаборастворим в бензоле, толуоле и спирте. Лучше всего растворяется в концентрированных азотной и уксусной кислоте, а также в ацетоне.

[1] Взрывчатое вещество научно-исследовательского отдела.

Хим. формула:	$C_3H_6N_6O_6$
Состояние:	Твёрдое
Плотность:	1,816 г/см³
Температура взрыва:	3700°C
Теплота взрыва:	5,45 МДж/кг
Скорость детонации:	8750 м/с
Фугасность:	470 $см^3$
Бризантность:	20 мм
Объем газообразных продуктов:	908 л/кг
Общая чувствительность:	Средняя
Тротиловый эквивалент:	1,6
Критический диаметр детонации:	2,5-4,4 мм
Восприимчивость к детонации:	<0,1 грамма

Двухэтапный синтез

Азотная кислота	70%
Уротропин	30%

В 50 граммах дистиллированной воды растворяются 15 грамм уротропина, после чего смесь помещается в ледяную ванну для охлаждения до 0°C. Далее, с перемешиванием, в сосуд-реактор добавляется *21 грамм 70% азотной кислоты с таким темпом, чтобы температура смесь не превышала 20°C. В воде быстро начнёт образовываться динитрат уротропина, вещество необходимое для получения гексогена.*

После, полученное белое вещество отжимается и максимально тщательно просушивается.

Перед проведением второго этапа синтеза, 15 грамм 99% азотной кислоты, помещенные в ледяную ванну, охлаждаются до 0°C. В охлаждённую кислоту небольшими порциями, с перемешиваем добавляется ранее полученный динитрат уротропина. При этом температура не

должна превышать 10°С. После растворения всего динитрата, смесь разогревается до около 60°С и поддерживается такой температуры около 5-10 минут, с активным перемешиванием.

Полученная смесь выливается в холодную воду, где гексоген, из-за нерастворимости в воде, оседает на дне. Вода и кислота сливается, а гексоген промывается в 2% растворе бикарбоната натрия до нейтральной реакции. После такой промывки гексоген все ещё будет иметь в себе какую-то долю кислоту, потому для полной очистки он перекристаллизируется в ацетоне или концентрированном уксусе.

Композиция B[1]

Гексоген	59,5%
Тротил	39,5%
Парафин	1%

Использовался в артиллерийских снарядах, бомбах, ракетах, минах и в качестве ВВ для взрывных линз в американских ядерных бомбах. Скорость детонации – 8050 м/с.

Композиция С-3[2]

Гексоген	77%
Динитротолуол	10%
Мононитротолуол	5%
Тринитротолуол	4%
Тетрил	3%
Нитроцеллюлоза	1%

Пластическое взрывчатое вещество. Из-за присутствия моно- и динитротолуола, использующихся в качестве пластификаторов, является высокотоксичным. Скорость детонации – 7300 м/с.

[1] Также известна как Гексотол или Гексолит.

[2] Старая смесь. Новая использует инертный бутилфталат вместо МНТ и ДНТ.

Композиция С-4

Гексоген	90%
Диоктилсебацинат[1]	5,3%
Полиизобутилен	3,1%
Моторное масло	1,6%

То самое широко известное ПВВ. Липкое. Очень устойчиво к механическом воздействию. Теплота взрыв – 5,9-6,7 МДж/кг., скорость детонации – 8092 м/с., бризантность – 19,7 мм., восприимчивость к детонации – 0,1 грамма.

Пластит-4

Гексоген	80%
Веретённое масло	15%
Стеарат кальция	5%

Советская версия С-4, не имеет прилипающих свойств. Теплота взрыв – 3,81 МДж/кг., скорость детонации – 7000 м/с., фугасность – 280 $см^3$., бризантность – 21 мм., объём продуктов взрыва 850 л/кг., восприимчивость к детонации – 0,1 грамма.

[1] Или ди-(2-этилгексил)-себацинат.

Композиция H-6

Гексоген	45.1 ± 0.3%
Тротил	29.2 ± 3.0%
Алюминий	21.0 ± 3.0%
Парафин	4.7 ± 1.0%
Хлорид кальция	0.47 ± 0.1%

Изготавливается сплавом всех компонентом. Используется в американских авиабомбах. Заменил торпекс в таком подводном оружии как торпедах, минах и глубинных бомбах. Скорость детонации – 7367 м/с.

Семтекс-H

Гексоген	39,7%
ТЭН	39,3%
Бутадиен-стирольный каучук	10,2%
Диоктилфталат	9,1%
N-фенил-2-нафтиламин	1%
Пигмент	0,7%

Пластичное взрывчатое вещество.

Пентаэритриттетранитрат

Пентаэритриттетранитрат (ТЭН, пентрит, тетранитрат, ниперит, PETN) – мощное, одновременно бризантное взрывчатое вещество, производное пентаэритрита.

Пентрит нашёл свое применения в капсюля-детонаторах, детонационных шнурах, кумулятивных зарядах и в производстве пластичных взрывчатых веществ.

В смеси с нитроглицерином образует взрывчатую смесь колоссальной мощности.

Тетранитрат не растворим в воде, этаноле, толуоле, но хорошо растворим в тёплом ацетоне и ещё лучше – диметилформамиде. Плавится при 141°C, разлагается при 150°C, загорается при 200. Негигроскопичен.

Хим. формула:	$C_5H_8N_4O_{12}$
Состояние:	Твёрдое
Плотность:	1,77 г/см³
Температура взрыва:	3926°C
Теплота взрыва:	5,76 МДж/кг
Скорость детонации:	8590 м/с
Фугасность:	500 см³
Бризантность:	22 мм
Объем продуктов взрыва:	768 л/кг
Общая чувствительность:	Средняя
Тротиловый эквивалент:	1,66
Критический диаметр детонации:	3,2 мм
Восприимчивость к детонации:	0,05 г

Одноэтапный синтез

Белая азотная кислота (97-99%)	83%
Пентаэритрит	17%

Ёмкость со 100 граммами белой азотной кислоты помещается в ледяную ванну. Далее, к кислоте медленно, небольшими порциями и с активным перемешиванием добавляется 20 грамм пентаэритрита, при этом температура смеси поддерживается ниже 20°C. При превышении отметки в 25°C смесь аварийно выливается в ледяную ванну.

После полного растворения пентаэритрита смесь перемешивается ещё на протяжении 5 минут, после чего содержимое сосуда-реактора сливается в объём холодной воды, пятикратно превышающий объем изначальных реагентов.

Затем, полученная смесь с тэн либо фильтруется, либо отстаивается до осаждения пентрита на дне, а разбавленная азотная кислота сливается, после чего готовый продукт

помещается в 200 грамм 2% раствора бикарбоната натрия, где промывается до нейтральной реакции. Иногда во время нейтрализации кристаллы измельчают палочкой прямо в растворе, чтобы высвободить оставшуюся кислоту.

После промывки будет получен ТЭН-сырец, готовый к использованию, однако не являющийся химически чистым. ТЭН, предназначенный для длительного хранения перекристаллизируют в небольшом количестве[1] кипящего ацетона.

Двухэтапный синтез

Серная кислота (96%)	48%
Азотная кислота (90%)	45,5%
Пентаэритрит	7,5%

В сосуд-реактор наливается 130 грамм серной кислоты. Медленно, при перемешивании, добавляется 20 грамм пентаэритрита, при это температура не должна превышать 30°С. После, полученный раствор медленно, с помешиванием добавляется в сосуд с 120 граммами азотной кислоты. Температура не должна превышать 60°С.

Далее, смесь разогревается до температуры 50-55°С внешним источником тепла и выдерживается в таком состоянии около 1 часа. Далее, полученная белая смесь выливается в 1000 грамм холодной воды. Полученный продукт отфильтровывается и промывается в 2% растворе бикарбоната натрия до нейтральной реакции. Просушивается любым способом.

[1] В двое меньшем по массе от количества пентрита.

Пентринит-80

ТЭН	80%
Нитроглицерин	20%

Одно из мощнейших представленных в этой книге ВВ. Изготавливается смешением обоих компонентов. Ядовит, способен проникать сквозь кожу в кровь, как и чистый нитроглицерин. Температура взрыва – 4120°С., теплота взрыва – 6,2 МДж/кг., скорость детонации – 8400 м/с., объем продуктов взрыва – 770 л/кг.

Семтекс-1А

ТЭН	76%
Бутадиен-стирольный каучук	9,4%
Диоктилфталат	9,4%
Гексоген	4,6%
N-фенил-2-нафтиламин	0,6%

Пластичное взрывчатое вещество.

Пентолит 50/50

Тротил	50%
ТЭН	50%

Изготавливается плавлением тротила с последующим добавлением в него ТЭНа, тщательным, но аккуратным перемешиванием и последующим литьем. Скорость детонации – 7400 м/с.

Эритрит тетранитрат

Эритрит тетранитрат (тетранитроэритрит, тетранитрат эритрита, ТНЭ, ЭТН, ETN) – мощное взрывчатое вещество, получаемое нитрацией эритрита.

Тетранитрат эритрит был открыт в 1849 году Джоном Стенхаусом. Вещество представляет собой мелкие бесцветные кристаллы, не имеющие запаха. Как и большинство других органических нитратов, обладает сосудорасширяющими свойствами, потому какое-то время использовался как лекарственный препарат.

Из-за своей высокой мощности и практичности, тетранитрат эритрита повсеместно используется в военном деле. Из него изготавливаются пластичные взрывчатые вещества, вторые ступени капсюлей-детонаторов и смеси с другими бризантными энергоёмкими материалами. При всём при этом, найти точные измерения некоторых взрывчатых свойств ЭТНа практически не представляется возможным, из-за чего некоторые параметры в таблице характеристик являются приблизительными.

ЭТН по многим параметрам похож на ТЭН: у них схожая химическая структура, мощность, скорость детонации и чувствительность[1]. Однако, температура плавления тетранитроэритрита более чем вдвое ниже таковой у ТЭНа, что позволяет отливать ЭТН в формы, не достигая точки начала разложения. Что отличает тетранитроэритрит от пентрита, так это позитивный кислородный баланс.

Нерастворим в воде, но хорошо растворяется в ацетоне. Температура плавления - 61°C.

[1] У ЭТН чувствительность немногим выше.

Хим. формула:	$C_4H_6N_4O_{12}$
Состояние:	Твёрдое
Плотность:	1,72 г/см³
Температура взрыва:	4300°C
Теплота взрыва:	~5,7 МДж/кг
Скорость детонации:	8206 м/с
Фугасность:	~470 $см^3$
Бризантность:	~22 мм
Объем газообразных продуктов:	~870 л/кг
Общая чувствительность:	Средняя
Тротиловый эквивалент:	1,6

Синтез из азотной кислоты

Серная кислота (98%)	52%
Азотная кислота (70%)	40%
Эритритол	8%

В сосуд, помещенный в ледяную ванну со 105 граммами охлаждённой азотной кислоты, добавляется 105 грамм охлаждённой серной кислоты. После падения температуры ниже 10°C, в смесь медленно, небольшими порциями и с перемешиванием добавляется эритритол в состоянии пудры, придерживая таким образом температуру не выше 10°C. При нагревании смеси до 25°C или выше, необходимо моментально вылить смесь для нитрации в ледяную ванну во избежание возгорания или взрыва. Спустя несколько минут смесь начнёт мутнеть и густеть.

После добавления последней порции эритритола, сосуд-реактор достаётся из смеси и оставляется на 15 минут при комнатной температуре, с перемешиванием хотя-бы раз в минуту.

Далее, нитрующая смесь с тетранитроэритритом выливается в холодную воду, для разбавления кислот, а полученный раствор пропускается через бумажный или тканевый фильтр для отделения грязного ЭТН. Будучи ещё на фильтре, эритрит

тетранитрата сперва промывается холодной водой, а затем помещается в 2% раствор бикарбоната натрия для нейтрализации остатков кислот.

Полученный ЭТН сырец для полной очистки растворяется и перекристализируется в ацетоне, как и другие подобные вещества.

Таблица мощностей ВВ

Взрывчатое вещество	Скорость детонации, м/с	Теплота взрыва, МДж/кг	Температура взрыва, °С	Объём продуктов взрыва, л/кг	Фугасность, $см^3$	Бризантность, мм	Чуствительность	Мощность в тротиловом эквиваленте
Азид свинца	5100	1.536	4300	308	110	14.5	Очень высокая	0.36
Нитрат тригидразинникеля	7000	4.39	~2500	529	~150	~18	Высокая	1.05
Трипероксид Ацетона	6110	5.76	3926	768	~250	5.5	Очень высокая	0.67
ГМТД	5100	3.29	2868	1097	280	4	Очень высокая	0.74
Нитроглицерин	1100-8200	6.53	4110	713	470	25	Высокая	1.5
Гремучий студень	7800	6.47	~4000	~700	600	22.6	Средняя	~1,45
ЭГДН	1500-8300	6.8	4230	737	620	21	Высокая	1.66
ТЭН	8590	5.76	3926	768	500	22	Высокая	1.66
Пентринит-80	8400	6.2	4120	770	>500	>22	Высокая	>1,66
Тротил	6900	4.18	2820	715	285	17	Низкая	1
Пироксилин	~7500	~3,7	~3200	~765	~375	~18	Высокая	1.1
Гексоген	8750	5.45	3700	908	470	20	Средняя	1.6
ЭТН	8206	~5,7	4300	~870	~470	~22	Средняя	1.6
Нитромочевина	~4700	3.86	2800	853	310	~12	Очень низкая	1.1
Амоннал	~4000	~3,85	~3000	~1000	~320	~12	Очень низкая	~0,8
АСДТ	~3200	~3,5	~2500	~900	~200	~8	Очень низкая	~0,74
Динамоны [Усредненно и примерно]	~2500	~4,4	~3000	~950	~270	~10	Очень низкая	~0,75
Аммотропин	~5700	~3,53	~3000	~1000	~380	~15	Очень низкая	~0,85

Инициаторы

Инициаторы – ряд устройств, надобных для развития начальной детонации во взрывчатых веществах или активации более сложных устройств. Являются неотъемлемой частью любого взрывного устройства, будь то примитивная самодельная мина или ядерный боеприпас.

В зависимости от типа действия и конструкции, инициирующие системы разделяются на несколько категорий, в частности:

1. **Огнепроводные шнуры** (Передача теплового импульса с задержкой);
2. **Капсюли-детонаторы** (Компактный детонатор с возможностью подрыва от разных источников начального импульса);
3. **Детонаторы** (Смесь механического устройства с капсюлем-детонатором, для подрыва последнего);
4. **Взрыватели** (Устройства, инициирующие подрыв ударом [В том числе через определенное время после удара, при приближении к преграде и тому подобное.] об преграду)

Главным преимуществом заводских инициаторов есть предсказуемость и точность, в заранее обусловленных погрешностях.

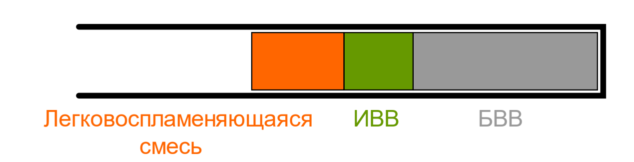
Далее подробно рассмотрен каждый из упомянутых типов инициаторов, их конструкцию и ключевые особенности, а также примеры применения в реальных условиях.

Взрыватель. Капсюль-детонатор

Капсюль-детонатор (blasting cap) – простое устройство, служащее для возбуждения детонационного превращения во взрывчатых веществах.

Детонаторы, в свою очередь, бывают разные, ровно, как и способы их активации. Самые примитивные представляют собой корпус детонатора с инициирующим взрывчатым веществом и огнепроводным шнуром. Более современные аналоги, к дополнению, содержат в себе огнечуствительную смесь и промежуточное бризантное взрывчатое соединение, так называемый «бустер», а инициируются по средствам электровоспламенителя, детонирующего шнура или ударно-волновой трубки.

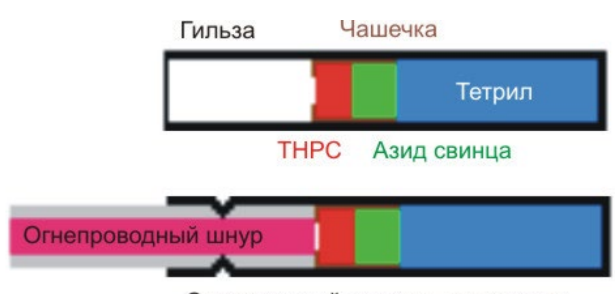
Изготавливаются капсюли-детонаторы банальной запрессовкой энергоёмких материалов в цилиндрическую, чаще всего металлическую гильзу (Из алюминия, меди или стали, в зависимости от того с каким из металлов не реагирует используемые вещества). Несмотря на то, что многие инициирующее соединения крайне чувствительны, нередко они спокойно поддаются прессовке до плотности, близкой к их максимальной. При этом должно быть сведено к минимуму трение взрывчатого вещества об стенки гильзы.



Стандартный вид фабричного капсюля-детонатора[1]

[1] *Автор изображения: George William Herbert. Источник: Wikipedia. Переведено.*

Наиболее популярным и массовым в мире стал «Капсюль-детонатор №8», содержащий в алюминиевом корпусе «чашечку» из 0,1 грамма ТНРС (Тринитрорезорцинат свинца), 0,2 грамма азида свинца и 1-1,2 грамма ТЭНа, гексогена или тетрила. Из всех перечисленных в книге взрывчатых веществ, способен гарантированно детонировать все те, восприимчивость которых равняется не более 3 грамм ГМТД.



Капсюль-детонатор №8 с тетрилом [1]

В главе «Взрывчатые вещества» в таблицах характеристик для каждого энергоёмкого соединения было указано количество ГМТД плотностью ~1 г/см³, необходимого для гарантированного возбуждения реакции взрыва, при условии, что детонатор полностью погружен в основной заряд, а сам заряд преодолел критический диаметр детонации для своего взрывчатого вещества и помещён в корпус. Несмотря на то, что ГМТД не используется, ни в военных, ни в гражданских детонаторах, именно с ним существует большое количество испытаний, даже больше, чем с азидом свинца и гремучей ртутью, из-за чего он и стал ИВВ, указываемым в таблицах характеристик.

Взрыватель – сложный механизм, включающий в себя детонатор и служащий для возбуждения детонационного превращения во взрывчатых веществах.

Нередко понятия взрывателя и капсюля-детонатора (или просто детонатора) отождествляются, что неверно. Капсюль-

[1] *Автор изображения: Egor. Источник: Wikipedia.*

детонатор является частью инвентаря сапёров-инженеров и гражданских взрывников, дабы инициировать взрыв и не представляет из себя ничего сложного. Взрывателями, в свою очередь, снаряжаются боеприпасы, такие как ручные и не ручные гранаты, авиа- и морские бомбы, артиллерийские и миномётные снаряды, торпеды и тому подобное.

Принцип работы взрывателя абсолютно отличается в зависимости от боеприпаса, в котором он установлен и его цели. Например, чаще всего артиллерийский снаряд имеет контактный взрыватель, активирующий после удара об землю. В случае, когда нужно взорвать снаряд на некоем расстоянии от поверхности, в боеприпас устанавливается радиовзрыватель, фиксирующий сближение с плотной преградой.

Огнепроводные шнуры

Огнепроводный шнур (ОШ) – пиротехническое изделье, созданное для передачи огневого импульса чувствительному к подобному воздействию веществу.

ОШ используются в пиротехническом, горнодобывающем и сапёрном деле – во всех случаях для отсрочки активации заранее подготовленного изделия.

Современный военный огнепроводный шнур, чаще всего, представляет собой оплетённую полимерную трубку с помещенной внутрь топливно-окислительной смесью вокруг направляющей нити. Скорость горения подобных ОШ приближена к 1 сантиметру в секунду и максимально стабильна. Особенно в гражданской пиротехнической сфере, ОШ часто являет собой покрытую ТОСом верёвку, при этом само горючее вещество может быть дополнительно покрыто защитными слоями лака или иного материала. Скорость горения отличается от типа шнура и может достигать метров в секунду. Исходя из вышеперечисленного, огнепроводные шнуры делятся на два типа – открытого и закрытого.

Шнуры открытого типа проще в изготовлении, часто горят не равномерно и не будучи покрыты защитными веществами, подвержены внешним факторам, таким как ветер и дождь.

Шнуры закрытого типа, в свою очередь, избавлены от этих недостатков, при условии, что состоят из водонепроницаемого материала, или покрыты слоем такового.

Стопин

Пороховая мякоть	91%
Декстрин	9%
Хлопчатая нить	-

Скорость горения:	2 см/с

К смеси 10 грамм пороховой мякоти классического состава и 1 грамм декстрина добавляется небольшое количество тёплой воды, после чего всё перемешивается. Вода добавляется до момента образования чёрной сиропообразной жидкости. От 4 до 8 хлопчатых нитей свиваются в одну большую, образовывая верёвку, которая погружается в смесь и пропитывается в ней от 15-30 минут.

Далее, шнур извлекается, с минимальным усилием натягивается и просушивается в любых условиях.

Простейший представитель современных пиротехнических огнепроводных шнуров. Несгибаемый, чувствительный к влаге. Может покрываться лаком или его подобием для уменьшения воздействия влаги и непосредственно воды.

Квик-стопин

Стопин	-
Плотная бумага	-

Скорость горения:	15 см/с

От 3 до 5 стопиновых шнуров кладутся параллельно и заворачиваются в плотную бумагу. Бумага фиксируются для избегания разворачивания во время хранения или горения.

Разновидность стопинов. Обладает гораздо большей скоростью горения.

Китайский огнепроводный шнур

Папиросная бумага	-
Пороховая мякость	-

Скорость горения:	0,7 см/с

Гладкая, ровная поверхность увлажняется мокрой губкой. На неё укладывается папиросная бумага шириной 2,5 сантиметра и также увлажняется губкой. На середину полоски небольшой дорожкой высыпается пороховая мякоть классического состава, после чего

бумага складывается вдвое. Начиная с угла, бумага сворачивается по диагонали до образования шнура. Просушивается в любых условиях.

Простой, небольшой в диаметре несгибаемый огнепроводный шнур. Чувствителен к влаге.

Виско-шнур

Пороховая мякоть	66%
Нитроцеллюлозный лак	14%
Промышленный растворитель	20%

Скорость горения:	0,4 см/с

К 10 граммам пороховой мякоти добавляется 2 грамма нитроцеллюлозного лака и тщательно перемешивается до образования чёрной однородной массы. Для разжижения смеси, к ней добавляется 3 грамма растворителя. Подобно стопиновому шнуру, 4 или более хлопчатых нитей свиваются воедино, полученная веревка помещается в пороховую смесь и тщательно перемешивается. Шнур слегка натягивается и сушится любым способом.

Качественный, медленно, но устойчиво горящий шнур. Более податлив к сгибанию чем ранее упомянутые огнепроводные шнуры. Чувствителен к влаге.

Источники использованные во время написания книги

Если такому имеет место быть, то заблаговременно приношу свои извинения перед авторами материалов, которые были использованы в Черной Книги, но не упомянуты в этом списке. Напишите на «doctorneyy@gmail.com» и в следующем издании это будет исправлено.

Альфред Штетбахер – Пороха и взрывчатые вещества.

Пироcправка. Справочник по взрывчатым веществам, порохам и пиротехническим составам. Издание 6.

T. Urbanski – Chemistry and Technology of Explosives Vol 2.

Encyclopedia of explosives and related items./ Basil T. Fedoroff & Oliver E. Sheffield. Vol 2,8.

Rudolf Meyer «Explosives», Fifth Edition.

Dobratz B.M. LLNL Explosives Handbook Properties of Chemical Explosives and Explosive Simulants.

Орлова Е.Ю. и др. Руководство к лабораторному практикуму по получению нитросоединений.

Investigation of Preparation, Solubility and Stability Properties of Nickel Hydrazine Nitrate (NiHN) by Michael Cartwright

Капсюль-детонатор № 8 // Руководство по материальной части средств инженерного вооружения. Средства минирования и разминирования. Инженерные боеприпасы.

Oyler, Karl; Mehta, Neha; Cheng, Gartung (2015-11-01). "Overview of Explosive Initiators" (PDF).

Akhavan J (2004). The Chemistry of Explosives. Royal Society of Chemistry.

Jacques Boileau; Claude Fauquignon; Bernard Hueber; Hans H. Meyer (2009). "Explosives".

Fair, Harry David; Walker, Raymond F. (1977). Energetic Materials, Technology of the Inorganic Azides. Vol. 2.

М. А. Магочейников, Ф. М. Галаджий, Н. Л. Росинский. Мастер-взрывник.

G.A.; Malhotra, R.; Narang, S.C. (1989). Nitration: Methods and Mechanisms.

"Junghans Feinwerktechnik - Modern Fuzes for Today's Armed Forces"

Огнепроводный шнур // Военная энциклопедия / Грачёв П. С.

Herbert K, Götz PH, Siegmeier R, Mayr W. "Peroxy Compounds, Organic".

1911 Encyclopædia Britannica

TM-21-210-Improvised-Munitions-Handbook-1969-Department-of-the-Army

Хмельницкий Л.И. Справочник по бризантным взрывчатым веществам Ч2 – М 1962 С 175.

Luo, K.-M.; Lin, S.-H.; Chang, J.-G.; Huang, T.-H. (2002), "Evaluations of kinetic parameters and critical runaway conditions in the reaction system of hexamine-nitric acid to produce RDX in a non-isothermal batch reactor".

Rottman, Gordon L.; Dennis, Peter (2010). World War II Allied Sabotage Devices and Booby Traps.

Патент US5114506.

Патент US1660651.

Патент GB339024.